

14. 7. 2004

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

REC'D 02 SEP 2004

WIPO

PCT

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日 2 0 0 3 年 9 月 3 0 日
Date of Application:

出 願 番 号 特 願 2 0 0 3 - 3 4 1 3 1 6
Application Number:
[ST. 10/C] : [J P 2 0 0 3 - 3 4 1 3 1 6]

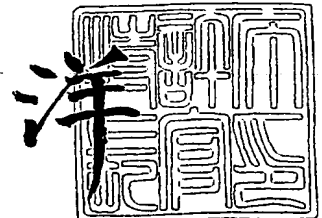
出 願 人 日 本 電 信 電 話 株 式 有 限 公 司
Applicant(s):

PRIORITY DOCUMENT
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH
RULE 17.1(a) OR (b)

2 0 0 4 年 8 月 2 0 日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

小 川



【書類名】 特許願
【整理番号】 NTTH156211
【提出日】 平成15年 9月30日
【あて先】 特許庁長官 殿
【国際特許分類】 H04L 12/28
【発明者】
 【住所又は居所】 東京都千代田区大手町二丁目 3 番 1 号 日本電信電話株式会社内
 【氏名】 大槻 信也
【発明者】
 【住所又は居所】 東京都千代田区大手町二丁目 3 番 1 号 日本電信電話株式会社内
 【氏名】 熊谷 智明
【発明者】
 【住所又は居所】 東京都千代田区大手町二丁目 3 番 1 号 日本電信電話株式会社内
 【氏名】 永田 健悟
【発明者】
 【住所又は居所】 東京都千代田区大手町二丁目 3 番 1 号 日本電信電話株式会社内
 【氏名】 齋藤 一賢
【発明者】
 【住所又は居所】 東京都千代田区大手町二丁目 3 番 1 号 日本電信電話株式会社内
 【氏名】 相河 聡
【特許出願人】
 【識別番号】 000004226
 【氏名又は名称】 日本電信電話株式会社
【代理人】
 【識別番号】 100072718
 【弁理士】
 【氏名又は名称】 古谷 史旺
 【電話番号】 3343-2901
【手数料の表示】
 【予納台帳番号】 013354
 【納付金額】 21,000円
【提出物件の目録】
 【物件名】 特許請求の範囲 1
 【物件名】 明細書 1
 【物件名】 図面 1
 【物件名】 要約書 1
 【包括委任状番号】 9701422

【書類名】 特許請求の範囲**【請求項 1】**

受信電力に応じてビジー状態か空き状態かを判定する物理的なキャリア検出と、設定された送信抑制時間中はビジー状態とする仮想的なキャリア検出の双方により、空き状態と判定された複数の無線チャネルを利用して複数の無線パケットを並列送信する無線パケット通信方法において、

送信データが生起したときに、前記送信抑制時間が設定されている無線チャネルがあればその送信抑制時間が終了するまで待機した後に、前記空き状態と判定された無線チャネルを利用して無線パケットを並列送信することを特徴とする無線パケット通信方法。

【請求項 2】

受信電力に応じてビジー状態か空き状態かを判定する物理的なキャリア検出と、設定された送信抑制時間中はビジー状態とする仮想的なキャリア検出の双方により、空き状態と判定された複数の無線チャネルを利用して複数の無線パケットを並列送信する無線パケット通信方法において、

送信データが生起したときに、前記送信抑制時間が設定されている無線チャネルがあり、その最長の送信抑制時間が所定の閾値未満であればその送信抑制時間が終了するまで待機した後に、あるいはその最長の送信抑制時間が所定の閾値以上であればその送信抑制時間の終了を待たずに、前記空き状態と判定された無線チャネルを利用して無線パケットを並列送信することを特徴とする無線パケット通信方法。

【請求項 3】

受信電力に応じてビジー状態か空き状態かを判定する物理的なキャリア検出と、設定された送信抑制時間中はビジー状態とする仮想的なキャリア検出の双方により、空き状態と判定された複数の無線チャネルを利用して複数の無線パケットを並列送信する無線パケット通信方法において、

送信データが生起したときに、前記送信抑制時間が設定されている無線チャネルがあれば、所定の確率でその送信抑制時間の終了を待たずに、前記空き状態と判定された無線チャネルを利用して無線パケットを並列送信することを特徴とする無線パケット通信方法。

【請求項 4】

受信電力に応じてビジー状態か空き状態かを判定する物理的なキャリア検出と、設定された送信抑制時間中はビジー状態とする仮想的なキャリア検出の双方により、空き状態と判定された複数の無線チャネルを利用して複数の無線パケットを並列送信する無線パケット通信方法において、

送信データが生起したときに、前記物理的なキャリア検出および前記仮想的なキャリア検出によってすべての無線チャネルが空き状態と判定されるまで待機した後に、前記空き状態と判定された無線チャネルを利用して無線パケットを並列送信することを特徴とする無線パケット通信方法。

【請求項 5】

受信電力に応じてビジー状態か空き状態かを判定する物理的なキャリア検出と、設定された送信抑制時間中はビジー状態とする仮想的なキャリア検出の双方により、空き状態と判定された複数の無線チャネルを利用して複数の無線パケットを並列送信する無線パケット通信方法において、

送信データが生起したときに、前記物理的なキャリア検出および前記仮想的なキャリア検出によってすべての無線チャネルが空き状態と判定されるまで待機するか、あるいは前記送信抑制時間が設定されている無線チャネルの最長の送信抑制時間が所定の閾値以上であればその送信抑制時間の終了を待たずに、前記空き状態と判定された無線チャネルを利用して無線パケットを並列送信することを特徴とする無線パケット通信方法。

【請求項 6】

受信電力に応じてビジー状態か空き状態かを判定する物理的なキャリア検出と、設定された送信抑制時間中はビジー状態とする仮想的なキャリア検出の双方により、空き状態と判定された複数の無線チャネルを利用して複数の無線パケットを並列送信する無線パケッ

ト通信方法において、

送信データが生起したときに、前記物理的なキャリア検出および前記仮想的なキャリア検出によってすべての無線チャネルが空き状態と判定されるまで待機するか、あるいは所定の確率で待機せずに、前記空き状態と判定された無線チャネルを利用して無線パケットを並列送信することを特徴とする無線パケット通信方法。

【請求項 7】

請求項 1～6 のいずれかに記載の無線パケット通信方法において、

並列送信に利用される無線チャネルの中で最長の送信時間 T_{\max} を要する無線チャネル以外の被無線チャネルに対して、仮想的なキャリア検出に用いる送信抑制時間として、前記 T_{\max} に所定の時間 T_s を加えた時間 ($T_{\max} + T_s$) を設定することを特徴とする無線パケット通信方法。

【請求項 8】

請求項 7 に記載の無線パケット通信方法において、

前記被無線チャネルに前記仮想的なキャリア検出用としてすでに設定されている送信抑制時間が ($T_{\max} + T_s$) より短い場合に、新たな送信抑制時間として ($T_{\max} + T_s$) を設定することを特徴とする無線パケット通信方法。

【請求項 9】

請求項 1～6 のいずれかに記載の無線パケット通信方法において、

複数の無線チャネルの中で互いに送信電力の漏れこみの影響を与える無線チャネルの組み合わせを想定しておき、各組み合わせの無線チャネルの中で最長の送信時間 T_i を要する無線チャネル以外の被無線チャネルに対して、仮想的なキャリア検出に用いる送信抑制時間として、前記 T_i に所定の時間 T_s を加えた時間 ($T_i + T_s$) を設定することを特徴とする無線パケット通信方法。

【請求項 10】

請求項 9 に記載の無線パケット通信方法において、

前記被無線チャネルに前記仮想的なキャリア検出用としてすでに設定されている送信抑制時間が ($T_i + T_s$) より短い場合に、新たな送信抑制時間として ($T_i + T_s$) を設定することを特徴とする無線パケット通信方法。

【請求項 11】

請求項 7～10 のいずれかに記載の無線パケット通信方法において、

前記被無線チャネルの受信電力を検出し、その受信電力が所定の閾値以上である被無線チャネルに対して前記送信抑制時間を設定することを特徴とする無線パケット通信方法。

【請求項 12】

請求項 7～11 のいずれかに記載の無線パケット通信方法において、

前記被無線チャネルの受信信号の誤り検出を行い、誤りが検出された被無線チャネルに対して前記送信抑制時間を設定することを特徴とする無線パケット通信方法。

【請求項 13】

受信電力に応じてビジー状態か空き状態かを判定する物理的なキャリア検出手段と、設定された送信抑制時間中はビジー状態とする仮想的なキャリア検出手段の双方により、空き状態と判定された複数の無線チャネルを利用して複数の無線パケットを並列送信する無線パケット通信装置において、

送信データが生起したときに、前記送信抑制時間が設定されている無線チャネルがあればその送信抑制時間が終了するまで待機する手段を備え、その後前記空き状態と判定された無線チャネルを利用して無線パケットを並列送信する構成であることを特徴とする無線パケット通信装置。

【請求項 14】

受信電力に応じてビジー状態か空き状態かを判定する物理的なキャリア検出手段と、設定された送信抑制時間中はビジー状態とする仮想的なキャリア検出手段の双方により、空き状態と判定された複数の無線チャネルを利用して複数の無線パケットを並列送信する無線パケット通信装置において、

送信データが生起したときに、前記送信抑制時間が設定されている無線チャネルがあり、その最長の送信抑制時間が所定の閾値未満であればその送信抑制時間が終了するまで待機する手段を備え、その後あるいはその最長の送信抑制時間が所定の閾値以上であればその送信抑制時間の終了を待たずに、前記空き状態と判定された無線チャネルを利用して無線パケットを並列送信する構成であることを特徴とする無線パケット通信装置。

【請求項 15】

受信電力に応じてビジー状態か空き状態かを判定する物理的なキャリア検出手段と、設定された送信抑制時間中はビジー状態とする仮想的なキャリア検出手段の双方により、空き状態と判定された複数の無線チャネルを利用して複数の無線パケットを並列送信する無線パケット通信装置において、

送信データが生起したときに、前記送信抑制時間が設定されている無線チャネルがあれば、所定の確率でその送信抑制時間の終了を待たずに、前記空き状態と判定された無線チャネルを利用して無線パケットを並列送信する構成であることを特徴とする無線パケット通信装置。

【請求項 16】

受信電力に応じてビジー状態か空き状態かを判定する物理的なキャリア検出手段と、設定された送信抑制時間中はビジー状態とする仮想的なキャリア検出手段の双方により、空き状態と判定された複数の無線チャネルを利用して複数の無線パケットを並列送信する無線パケット通信装置において、

送信データが生起したときに、前記物理的なキャリア検出および前記仮想的なキャリア検出によってすべての無線チャネルが空き状態と判定されるまで待機する手段を備え、その後前記空き状態と判定された無線チャネルを利用して無線パケットを並列送信する構成であることを特徴とする無線パケット通信装置。

【請求項 17】

受信電力に応じてビジー状態か空き状態かを判定する物理的なキャリア検出手段と、設定された送信抑制時間中はビジー状態とする仮想的なキャリア検出手段の双方により、空き状態と判定された複数の無線チャネルを利用して複数の無線パケットを並列送信する無線パケット通信装置において、

送信データが生起したときに、前記物理的なキャリア検出および前記仮想的なキャリア検出によってすべての無線チャネルが空き状態と判定されるまで待機する手段を備え、その後あるいは前記送信抑制時間が設定されている無線チャネルの最長の送信抑制時間が所定の閾値以上であればその送信抑制時間の終了を待たずに、前記空き状態と判定された無線チャネルを利用して無線パケットを並列送信する構成であることを特徴とする無線パケット通信装置。

【請求項 18】

受信電力に応じてビジー状態か空き状態かを判定する物理的なキャリア検出手段と、設定された送信抑制時間中はビジー状態とする仮想的なキャリア検出手段の双方により、空き状態と判定された複数の無線チャネルを利用して複数の無線パケットを並列送信する無線パケット通信装置において、

送信データが生起したときに、前記物理的なキャリア検出および前記仮想的なキャリア検出によってすべての無線チャネルが空き状態と判定されるまで待機する手段を備え、その後あるいは所定の確率で待機せずに、前記空き状態と判定された無線チャネルを利用して無線パケットを並列送信する構成であることを特徴とする無線パケット通信装置。

【書類名】明細書

【発明の名称】無線パケット通信方法および無線パケット通信装置

【技術分野】

【0001】

本発明は、複数の無線チャネルを利用して複数の無線パケットを並列に送受信する無線パケット通信方法および無線パケット通信装置に関する。

【背景技術】

【0002】

複数の無線チャネルを用いて複数の無線パケットを並列に送受信する無線パケット通信方法について説明する。図17は、無線パケットの構成例を示す。無線パケットは、送信すべきデータを有するデータフレームと各種制御情報を有するヘッダから構成される。ヘッダには、無線パケットの送受信で使用する無線チャネルの占有時間を表すフィールドも含まれる。

【0003】

ここで、3つの無線チャネルを用いる無線パケット通信方法について、図18を参照して説明する。無線パケットを送信する無線局は、その送信に先立って無線チャネルの空き状態の検出を行う。現在の無線パケット通信方法では、この空き状態の検出方法として2種類の方法を用いている（非特許文献1）。1つは、RSSI（Received Signal Strength Indicator）等により無線チャネルの受信電力を測定し、他の無線局がその無線チャネルを使用して無線パケットを送信しているか否かを検出する物理的なキャリアセンス方法である。

【0004】

他の1つは、図17に示す無線パケットのヘッダに記述された占有時間を利用し、その占有時間だけ無線チャネルをビジー状態に設定する仮想的なキャリアセンス方法である。無線局は、NAV（Network Allocation Vector）と呼ばれる無線チャネルが空き状態になるまでの時間を表すタイマをもっている。NAVが0の場合は無線チャネルが空き状態であることを示し、0でない場合は無線チャネルが仮想的なキャリア検出によりビジー状態であることを示す。他の無線局から送信された無線パケットを受信したときに、自局宛ての無線パケットのヘッダに記述された占有時間を読み取り、その値がNAVの現在値よりも大きい場合にはNAVに当該値を設定する。

【0005】

このとき、無線パケットのヘッダに記述する占有時間として無線パケットの実際の送信時間を設定すれば、RSSIによる物理的なキャリア検出と、NAVによる仮想的なキャリア検出はともにビジー状態を示し（図18の設定a）、上記2つの方法によるキャリアセンスはほぼ同じ機能を果たす。一方、無線パケットの実際の送信時間より長い占有時間をヘッダに記述すれば、無線パケットの受信終了後の時間でも、その無線チャネルは仮想的なキャリア検出によるビジー状態となり（図18の設定b）、その無線チャネルを用いた送信を抑制できる効果がある。この場合の占有時間は「送信抑制時間」と言えるものである。無線パケットを送信する無線局は、この2つのキャリアセンスの両方において空き状態となったときのみ、無線チャネルが空き状態であると判定して送信を行う。

【0006】

図18のタイミングt1で無線パケットを送信する場合には、3つの無線チャネル#1、#2、#3が空き状態であるため、各無線チャネルを用いて無線パケットの送信を行う。タイミングt2では、無線チャネル#1はすでに他の無線局から送信された無線パケットを受信しており、RSSIによる物理的なキャリア検出およびNAVによる仮想的なキャリア検出によりビジー状態にあり、空き状態の無線チャネル#2、#3を用いて無線パケットの送信を行う。タイミングt3では、3つの無線チャネル#1、#2、#3において他の無線局から送信された無線パケットの受信はないが、無線チャネル#2はその前に受信した無線パケットにより設定されたNAVによる仮想的なキャリア検出によりビジー状態にある。そのため、無線チャネル#2は使用せず、無線チャネル#1、#3を用いて無線パ

ケットの送信を行う。

【0007】

ここで、複数の無線チャネルを用いて複数の無線パケットを並列に送信する無線パケット通信方法について、特願2003-173914号に記載の手法の概要について、図20、図21を参照して説明する。

【0008】

図20(1)は、3個の無線パケットに対して、空き状態の無線チャネルが2個ある場合であり、2個の無線チャネルを用いて3個のうちの2個の無線パケットを並列送信する。図20(2)は、2個の無線パケットに対して、空き状態の無線チャネルが3個ある場合であり、2個の無線チャネルを用いて全て(2個)の無線パケットを並列送信する。

【0009】

図21は、公知の空間分割多重技術(非特許文献2)を併用する場合である。なお、空間分割多重は、複数のアンテナから同じ無線チャネルで同時に異なる無線パケットを送信し、対向する無線局の複数のアンテナに受信された各無線パケットの伝達係数の違いに対応するデジタル信号処理により、同じ無線チャネルで同時に送信された複数の無線パケットを分離する方式である。

【0010】

図21(1)は、各無線チャネルの空間分割多重度を2としたときに、7個の無線パケットに対して、空き状態の無線チャネルが3個ある場合である。各無線チャネルごとに空間分割多重を併用することにより最大6個の無線パケットの並列伝送が可能であるので、3個の無線チャネルを用いて7個のうちの6個の無線パケットを並列送信する。

【0011】

図21(2)、(3)は、各無線チャネルの空間分割多重度を2としたときに、4個の無線パケットに対して、空き状態の無線チャネルが3個ある場合である。各無線チャネルごとに空間分割多重を併用することにより最大6個の無線パケットの並列伝送が可能であるが、送信待ちの無線パケットは4個であるので、一部の無線チャネルについて空間分割多重を併用する。例えば、図21(2)に示すように、1個の無線チャネルは空間分割多重で2個の無線パケットを送信し、残りの2個の無線チャネルは空間分割多重を用いずにそれぞれ1個の無線パケットを送信し、全体で3個の無線チャネルを用いて4個の無線パケットを並列送信する。また、図21(3)に示すように、2個の無線チャネルでそれぞれ空間分割多重を併用し、全体で4個の無線パケットを並列送信する。

【非特許文献1】小電力データ通信システム/広帯域移動アクセスシステム(CSMA)標準規格、ARIB SDT-T71 1.0版、(社)電波産業会、平成12年策定

【非特許文献2】黒崎 外、MIMOチャネルにより100Mbit/sを実現する広帯域移動通信用SDM-COFDM方式の提案、電子情報通信学会技術研究報告、A・P2001-96、RCS2001-135(2001-10)

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0012】

ところで、複数の無線チャネルを用いた無線パケットの送受信では、複数の無線チャネルが周波数軸上で連続した配置になっている場合に次のような問題が生じる。ある無線チャネルで送信した信号は、送受信フィルタの特性や増幅器の非線形性により、隣接の無線チャネルへ漏れこむことが想定される。この漏れこみが生じているときに、隣接の無線チャネルに受信信号があると、漏れこむ電力と受信信号の電力の差によっては受信信号を正しく受信できないことがある。通常、隣接する無線チャネルから送信時に漏れこむ電力は、遠く離れた無線局から送信された無線パケットの受信信号の電力に比べて格段に大きいために、この無線パケットの受信は不可能になる。この無線パケットが受信できない場合には、次のような支障が生じることになる。以下、図19を参照して説明する。

【0013】

図19のタイミングt1では、無線チャネル#2、#3はその前に受信した無線パケットにより設定されたNAVによる仮想的なキャリア検出によりビジー状態にある。そのため、空き状態の無線チャネル#1を用いて無線パケットの送信を行う。この無線パケットの送信中に、無線チャネル#2のNAVが0となって空き状態になる場合を想定する。このとき、無線チャネル#2を用いて他の無線局から無線パケットが送信され、無線パケットの送信時間よりも長い占有時間（送信抑制時間）がNAVに設定される予定にあるものとする。

【0014】

しかし、このとき無線チャネル#1から無線チャネル#2へ漏れこみが発生すると、無線チャネル#2の無線パケットが受信できず、NAVの設定ができなくなる。そのため、無線チャネル#2では本来の仮想的なキャリア検出が正常に動作せず、次のタイミングt2では無線チャネル#1、#2、#3のすべてが空き状態と判定されることになる。すなわち、無線チャネル#2に対する送信抑制ができない状態となり、衝突などの発生によるスループットの低下が予想される。また、無線チャネル#2のみ利用する従来の無線パケット送信方法との共存が困難になる。

【0015】

なお、無線チャネルへの漏れこみは隣接チャネルに限らず、その次の無線チャネルなど多くの無線チャネルに及び、仮想的なキャリア検出が正常に動作しない範囲が広範囲に及ぶことも想定される。

【0016】

本発明は、並列送信によるスループットの向上を目指す上で、隣接チャネルへの漏れこみなどによるスループットの低下要因を低減することができる無線パケット通信方法および無線パケット通信装置を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0017】

請求項1、13に記載の発明は、送信データが生起したときに、送信抑制時間が設定されている無線チャネルがあればその送信抑制時間が終了するまで待機した後に、空き状態と判定された無線チャネルを利用して無線パケットを並列送信する。

【0018】

請求項2、14に記載の発明は、送信データが生起したときに、送信抑制時間が設定されている無線チャネルがあり、その最長の送信抑制時間が所定の閾値未満であればその送信抑制時間が終了するまで待機した後に、あるいはその最長の送信抑制時間が所定の閾値以上であればその送信抑制時間の終了を待たずに、空き状態と判定された無線チャネルを利用して無線パケットを並列送信する。

【0019】

請求項3、15に記載の発明は、送信データが生起したときに、送信抑制時間が設定されている無線チャネルがあれば、所定の確率でその送信抑制時間の終了を待たずに、空き状態と判定された無線チャネルを利用して無線パケットを並列送信する。

【0020】

請求項4、16に記載の発明は、送信データが生起したときに、物理的なキャリア検出および仮想的なキャリア検出によってすべての無線チャネルが空き状態と判定されるまで待機した後に、空き状態と判定された無線チャネルを利用して無線パケットを並列送信する。

【0021】

請求項5、17に記載の発明は、送信データが生起したときに、物理的なキャリア検出および仮想的なキャリア検出によってすべての無線チャネルが空き状態と判定されるまで待機するか、あるいは送信抑制時間が設定されている無線チャネルの最長の送信抑制時間が所定の閾値以上であればその送信抑制時間の終了を待たずに、空き状態と判定された無線チャネルを利用して無線パケットを並列送信する。

【0022】

請求項 6, 18 に記載の発明は、送信データが生起したときに、物理的なキャリア検出および仮想的なキャリア検出によってすべての無線チャネルが空き状態と判定されるまで待機するか、あるいは所定の確率で待機せずに、空き状態と判定された無線チャネルを利用して無線パケットを並列送信する。

【0023】

請求項 7 に記載の発明は、請求項 1 ~ 6 のいずれかに記載の無線パケット通信方法において、並列送信に利用される無線チャネルの中で最長の送信時間 T_{\max} を要する無線チャネル以外の被無線チャネルに対して、仮想的なキャリア検出に用いる送信抑制時間として、 T_{\max} に所定の時間 T_s を加えた時間 ($T_{\max} + T_s$) を設定する。また、被無線チャネルに仮想的なキャリア検出用としてすでに設定されている送信抑制時間が ($T_{\max} + T_s$) より短い場合に、新たな送信抑制時間として ($T_{\max} + T_s$) を設定するようにしてもよい (請求項 8)。

【0024】

請求項 9 に記載の発明は、請求項 1 ~ 6 のいずれかに記載の無線パケット通信方法において、複数の無線チャネルの中で互いに送信電力の漏れこみの影響を与える無線チャネルの組み合わせを想定しておき、各組み合わせの無線チャネルの中で最長の送信時間 T_i を要する無線チャネル以外の被無線チャネルに対して、仮想的なキャリア検出に用いる送信抑制時間として、 T_i に所定の時間 T_s を加えた時間 ($T_i + T_s$) を設定する。また、被無線チャネルに仮想的なキャリア検出用としてすでに設定されている送信抑制時間が ($T_i + T_s$) より短い場合に、新たな送信抑制時間として ($T_i + T_s$) を設定するようにしてもよい (請求項 10)。

【0025】

さらに、請求項 7 ~ 10 のいずれかに記載の無線パケット通信方法において、被無線チャネルの受信電力を検出し、その受信電力が所定の閾値以上である被無線チャネルに対して送信抑制時間を設定するようにしてもよい (請求項 11)。また、請求項 7 ~ 11 のいずれかに記載の無線パケット通信方法において、被無線チャネルの受信信号の誤り検出を行い、誤りが検出された被無線チャネルに対して送信抑制時間を設定するようにしてもよい (請求項 12)。

【発明の効果】

【0026】

請求項 1 に記載の無線パケット通信方法および請求項 13 に記載の無線パケット通信装置では、複数の無線チャネルのうち 1 つでも送信抑制時間が設定されているものがあればその送信抑制時間が終了するまで待機し、すべての無線チャネルで送信抑制時間が設定されていない状態で、空き状態の無線チャネルを用いて複数の無線パケットを並列送信する。これにより、例えば請求項 7 に示すように、他の無線チャネルからの漏れこみの影響を考慮して強制的に送信抑制時間を設定する場合でも、送信抑制時間が連続して設定されることがないので、特定の無線チャネルのビジー状態の継続を回避することができる。

【0027】

請求項 2 に記載の無線パケット通信方法および請求項 14 に記載の無線パケット通信装置では、送信抑制時間が設定されている無線チャネルの中で最長の送信抑制時間が所定の閾値以上であれば、その送信抑制時間の終了を待たずに、空き状態の無線チャネルを用いて複数の無線パケットを並列送信する。一方、送信抑制時間が設定されている無線チャネルの中で最長の送信抑制時間が所定の閾値未満であれば、その送信抑制時間が終了するまで待機し、すべての無線チャネルで送信抑制時間が設定されていない状態で、空き状態の無線チャネルを用いて複数の無線パケットを並列送信する。これにより、待機時間の上限を設定することができるとともに、上記のように強制的に送信抑制時間を設定する場合でも、送信抑制時間が連続して設定されることを適当に回避することができる。

【0028】

請求項 3 に記載の無線パケット通信方法および請求項 15 に記載の無線パケット通信装置では、送信抑制時間が設定されている無線チャネルがあれば、所定の確率でその送信抑

制時間の終了を待たずに、空き状態の無線チャネルを用いて複数の無線パケットを並列送信する。一方、所定の確率で送信抑制時間が終了するまで待機し、すべての無線チャネルで送信抑制時間が設定されていない状態で、空き状態の無線チャネルを用いて複数の無線パケットを並列送信する。これにより、待機時間の上限を設定することができるとともに、上記のように強制的に送信抑制時間を設定する場合でも、送信抑制時間が連続して設定されることを適当に回避することができる。

【0029】

請求項4に記載の無線パケット通信方法および請求項16に記載の無線パケット通信装置では、複数の無線チャネルのうち1つでもビジー状態のものがあれば空き状態になるまで待機し、すべての無線チャネルが空き状態になり、その無線チャネルを用いて複数の無線パケットを並列送信する。これにより、並列送信に利用する無線チャネルの数を多く設定することができるとともに、上記のように強制的に送信抑制時間を設定する場合でも、送信抑制時間が連続して設定されることがないので、特定の無線チャネルのビジー状態の継続を回避することができる。

【0030】

請求項5に記載の無線パケット通信方法および請求項17に記載の無線パケット通信装置では、送信抑制時間が設定されている無線チャネルの中で最長の送信抑制時間が所定の閾値以上であれば、その送信抑制時間の終了を待たずに、空き状態の無線チャネルを用いて複数の無線パケットを並列送信する。一方、送信抑制時間が設定されている無線チャネルの中で最長の送信抑制時間が所定の閾値未満であれば、すべての無線チャネルが空き状態になるまで待機し、その空き状態の無線チャネルを用いて複数の無線パケットを並列送信する。これにより、待機時間の上限を設定することができるとともに、上記のように強制的に送信抑制時間を設定する場合でも、送信抑制時間が連続して設定されることを適当に回避することができる。

【0031】

請求項6に記載の無線パケット通信方法および請求項18に記載の無線パケット通信装置では、送信抑制時間が設定されている無線チャネルがあれば、所定の確率でその送信抑制時間の終了を待たずに、空き状態の無線チャネルを用いて複数の無線パケットを並列送信する。一方、所定の確率ですべての無線チャネルが空き状態になるまで待機し、その空き状態の無線チャネルを用いて複数の無線パケットを並列送信する。これにより、待機時間の上限を設定することができるとともに、上記のように強制的に送信抑制時間を設定する場合でも、送信抑制時間が連続して設定されることを適当に回避することができる。

【0032】

請求項7, 8に記載の無線パケット通信方法では、並列送信する無線チャネルの中で送信時間が最長の無線チャネルからの漏れこみの影響によりその他の無線チャネルで正常に受信ができない場合でも、その他の無線チャネルに最長送信時間に応じた送信抑制時間を設定することができるので、仮想的なキャリア検出を正常に動作させることができる。

【0033】

請求項9, 10に記載の無線パケット通信方法では、複数の無線チャネルの中で互いに送信電力の漏れこみの影響を与える無線チャネルの組み合わせを想定し、各組み合わせの無線チャネルの中で送信時間が最長の無線チャネルからの漏れこみの影響によりその他の無線チャネルで正常に受信ができない場合でも、その他の無線チャネルに最長送信時間に応じた送信抑制時間を設定することができるので、仮想的なキャリア検出を正常に動作させることができる。

【0034】

請求項11に記載の無線パケット通信方法では、所定の受信電力が検出されなかった無線チャネルについては、漏れこみの影響がないものとして送信抑制時間の設定対象から外すことができる。これにより、仮想的なキャリア検出を正常に動作させながら、無用な送信抑制時間の設定を回避して効率の改善を図ることができる。

【0035】

請求項12に記載の無線パケット通信方法では、受信信号に誤りがない(少ない)無線チャネルについては、漏れこみの影響がないものとして送信抑制時間の設定対象から外すことができる。これにより、仮想的なキャリア検出を正常に動作させながら、無用な送信抑制時間の設定を回避して効率の改善を図ることができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0036】

(無線パケット通信方法の第1の実施形態)

図1は、本発明の無線パケット通信方法の第1の実施形態のフローチャートを示す。図2は、本発明の無線パケット通信方法の第1の実施形態のタイムチャートを示す。ここでは、無線チャネル#1, #2, #3が用意され、送信データ生起(1)のタイミングにおいて、無線チャネル#2がその前に受信した無線パケットにより設定されたNAVによる仮想的なキャリア検出によりビジー状態にあるものとする。また、無線チャネル#1, #2, #3は、互いに漏れこみを生じさせる関係にあり、その漏れこみがあれば無線パケットの受信ができないものとする。

【0037】

まず、送信バッファにデータが到着すると、送信抑制時間が設定されている無線チャネルがあるか否かを判断し、送信抑制時間が設定されている無線チャネルがあればその送信抑制時間が終了するまで待機する(S1, S2)。ここでは、送信データ生起(1)のタイミングにおいて、無線チャネル#2のNAVに送信抑制時間が設定されており、その送信抑制時間が終了するタイミングt1まで待機する。次に、タイミングt1において、RSSIによる物理的キャリアセンスにより、空き状態の無線チャネルを検索する(S11)。次に、空き状態の無線チャネルを用い、送信待ちのデータパケットの数に応じて図20および図21などに示す方法により並列送信する(S12)。次に、並列送信する無線パケットの送信時間のうちの最長の送信時間 T_{max} を検出する(S13)。ここでは、無線チャネル#1~#3が空き状態であり、無線チャネル#1~#3を用いた3個(または3×空間分割多重数)の無線パケットの送信を行うが、その中の最長の送信時間 T_{max} (ここでは無線チャネル#1の送信時間 T_1)が検出される。

【0038】

次に、無線チャネル#1, #2, #3ごとにS14~S17の処理を行う。まず、無線チャネル#i(iは1, 2, 3)から送信する無線パケットの送信時間 T_i を検出する(S14)。なお、ビジー状態のために無線パケットの送信がなければ $T_i = 0$ である。次に、最長の送信時間 T_{max} と、無線チャネル#iから送信する無線パケットの送信時間 T_i を比較する(S15)。ここでは、無線チャネル#1の送信時間 T_1 が最長($T_{max} = T_1$)であり、無線チャネル#1以外は $T_{max} > T_i$ となるので、以下の処理は無線チャネル#1以外が対象となる。

【0039】

$T_{max} > T_i$ となる無線チャネル#iについて、 T_{max} に所定の時間 T_s を加えた時間($T_{max} + T_s$)をNAVに設定し、次の無線チャネルに対する処理を行う(S16, S17)。一方、 $T_{max} > T_i$ でない無線チャネル#i(ここでは#1)の場合は、その無線チャネルに対して何もせずに次の無線チャネルに対する処理を行う(S15, S17)。これにより、最長の送信時間 T_{max} を有する無線チャネル#1についてはNAVの設定は行わず、無線チャネル#2, #3についてはNAVに送信抑制時間($T_{max} + T_s$)を設定する。このように、無線チャネル#1からの漏れこみを想定して無線チャネル#2, #3のNAVに送信抑制時間($T_{max} + T_s$)を設定することにより、図19に示したように無線パケットが受信できずにNAVの設定ができない事態を回避することができる。

【0040】

次に、送信データ生起(2)のタイミングでは、無線チャネル#2, #3にS16による送信抑制時間が設定されており、それが終了するタイミングt2まで待機する。タイミングt2では無線チャネル#1に受信信号があり、無線チャネル#2, #3が空き状態と判断される。以下同様に、無線チャネル#2, #3を用いて並列送信が行われるとともに、ここで

は無線チャネル#1, #2のNAVに新たな送信抑制時間($T_{\max} + T_s$)が設定される。したがって、その間の送信データ生起(3)に対して待機となる。

【0041】

(無線パケット通信方法の第2の実施形態)

図3は、本発明の無線パケット通信方法の第2の実施形態のフローチャートを示す。図4は、本発明の無線パケット通信方法の第2の実施形態のタイムチャートを示す。ここでは、無線チャネル#1, #2, #3が用意され、送信データ生起(1)のタイミングにおいて、無線チャネル#2がその前に受信した無線パケットにより設定されたNAVによる仮想的なキャリア検出によりビジー状態にあるものとする。また、無線チャネル#1~#3は、あらかじめ設定されるチャネル間(例えば隣接チャネル間)のみで漏れこみを生じさせる関係にあり(この点が第1の実施形態と異なる)、その漏れこみがあれば無線パケットの受信ができないものとする。

【0042】

まず、送信バッファにデータが到着すると、送信抑制時間が設定されている無線チャネルがあるか否かを判断し、送信抑制時間が設定されている無線チャネルがあればその送信抑制時間が終了するまで待機する($S1, S2$)。ここでは、送信データ生起(1)のタイミングにおいて、無線チャネル#2のNAVに送信抑制時間が設定されており、その送信抑制時間が終了するタイミング $t1$ まで待機する。次に、タイミング $t1$ において、RSSIによる物理的キャリアセンスにより、空き状態の無線チャネルを検索する($S21$)。次に、空き状態の無線チャネルを用い、送信待ちのデータパケットの数に応じて図20および図21などに示す方法により並列送信する($S22$)。ここでは、無線チャネル#1~#3が空き状態であり、無線チャネル#1~#3を用いた3個(または $3 \times$ 空間分割多重数)の無線パケットの送信を行う。

【0043】

次に、送信に利用した無線チャネル# i (ここでは#1, #2, #3)ごとに $S23 \sim S28$ の処理を行う。まず、無線チャネル# i (i は1, 2, 3)から送信する無線パケットの送信時間 T_i を検出する($S23$)。次に、無線チャネル# i が影響を及ぼす無線チャネル# j (ここでは隣接チャネル)ごとに $S24 \sim S27$ の処理を行う。まず、無線チャネル# j から送信する無線パケットの送信時間 T_j を検出する($S24$)。次に、無線チャネル# i と隣接する無線チャネル# j の各送信時間 T_i と T_j を比較し($S25$)、 $T_i > T_j$ となる無線チャネル# j は、無線チャネル# i の送信中に送信が終わるので、NAVに送信抑制時間を設定する($S26$)。タイミング $t1$ では、無線チャネル#1, #3に対する無線チャネル#2がその対象になる。すなわち、 $T_i > T_j$ となる無線チャネル# j (ここでは#2)について、NAVに送信抑制時間 $T_i + T_s$ を設定し、次の無線チャネルに対する処理を行う($S26, S27$)。一方、 $T_i > T_j$ でない無線チャネル# j の場合は、その無線チャネルに対して何もせずに次の無線チャネルに対する処理を行う($S25, S27$)。

【0044】

以上の処理を送信に利用したすべての無線チャネル# i について行う($S23 \sim S28$)。これにより、無線チャネル#1, #3についてはNAVの設定は行わない。無線チャネル#2については、無線チャネル#1による送信抑制時間($T1 + T_s$)と、無線チャネル#3による送信抑制時間($T3 + T_s$)の長い方($T1 + T_s$)がNAVに設定される。したがって、次の送信データ生起(2)のタイミングでは、無線チャネル#2に $S26$ による送信抑制時間が設定されており、それが終了するタイミング $t2$ まで待機する。

【0045】

タイミング $t2$ では無線チャネル#1に受信信号があり、無線チャネル#2, #3が空き状態と判断される。以下同様に、無線チャネル#2, #3を用いて並列送信が行われるとともに、ここでは無線チャネル#1, #3のNAVに新たな送信抑制時間($T2 + T_s$)が設定される。

【0046】

(無線パケット通信方法の第1の実施形態および第2の実施形態の変形)

第1の実施形態では、並列送信する無線パケットのうち最長の送信時間 T_{\max} を要する無線チャネルを基準に、その他のすべての無線チャネルに対して送信抑制時間 ($T_{\max} + T_s$) を設定する。この方法は、送信時間が最長の無線チャネルからの漏れこみの影響によって受信ができず、そのために新たな送信抑制時間の設定ができない場合を想定し、その他のすべての無線チャネルに一律に送信抑制時間を設定するものである。

【0047】

これに代わり、受信電力を検出して実際に漏れこみの影響を受ける無線チャネルを選択し、その無線チャネルに対して送信抑制時間の設定を行うようにしてもよい。すなわち、図1のS15の $T_{\max} > T_i$ となる無線チャネル# i において、送信中でないときの受信電力 P_i を検出して所定の閾値 P_{th} と比較し、この受信電力 P_i が P_{th} 以上であれば漏れこみの影響を受けているとして、無線チャネル# i のNAVに送信抑制時間 $T_{\max} + T_s$ を設定する。これにより、漏れこみの影響がない無線チャネルについてはNAVの設定は行わないようにすることができる。

【0048】

第2の実施形態は、送信に利用する無線チャネル# i からの漏れこみの影響を受ける無線チャネル# j を予め想定し（例えば隣接チャネル）、その無線チャネル# j に対して送信抑制時間 ($T_i + T_s$) を設定する。この方法は、漏れこみの影響を受ける無線チャネルを予め絞っておくことにより、漏れこみの影響を受けない無線チャネルに対してまで送信抑制時間が一律に設定されることを回避するものである。

【0049】

これに代わり、想定した無線チャネルにおいて受信電力を検出し、実際に漏れこみの影響を受ける無線チャネルを選択し、その無線チャネルに対して送信抑制時間の設定を行うようにしてもよい。すなわち、図3のS25の $T_i > T_j$ となる無線チャネル# j において、送信中でないときの受信電力 P_j を検出して所定の閾値 P_{th} と比較し、この受信電力 P_j が P_{th} 以上であれば漏れこみの影響を受けているとして、無線チャネル# j のNAVに送信抑制時間 $T_i + T_s$ を設定する。これにより、漏れこみの影響がない無線チャネルについてはNAVの設定は行わないようにすることができる。

【0050】

また、以上の実施形態において、受信した無線パケットの誤り検出を行い、誤りが検出された場合に漏れこみの影響があるものとして、各実施形態に示す手順によりNAVに送信抑制時間を設定するようにしてもよい。

【0051】

(無線パケット通信方法の第3の実施形態)

図5は、本発明の無線パケット通信方法の第3の実施形態のフローチャートを示す。図6は、本発明の無線パケット通信方法の第3の実施形態のタイムチャートを示す。ここでは、無線チャネル#1, #2, #3が用意され、送信データ生起(1)のタイミングにおいて、無線チャネル#2がその前に受信した無線パケットにより設定されたNAVによる仮想的なキャリア検出によりビジー状態にあるものとする。また、無線チャネル#1, #2, #3は、互いに漏れこみを生じさせる関係にあり（この点は第1の実施形態と同じ）、その漏れこみがあれば無線パケットの受信ができないものとする。

【0052】

まず、送信バッファにデータが到着すると、送信抑制時間が設定されている無線チャネルがあるか否かを判断し、送信抑制時間が設定されている無線チャネルがあれば、そのうちの最長の送信抑制時間が閾値 T_{th} 以上か否かを判断し、それが閾値以下であれば送信抑制時間が設定されている無線チャネルの送信抑制時間が終了するまで待機する (S1, S2, S3)。一方、送信抑制時間が設定されている無線チャネルのうちの最長の送信抑制時間が閾値 T_{th} 以上であれば、待機せずに次の処理に進む (S3)。

【0053】

ここでは、送信データ生起(1)のタイミングにおいて、無線チャネル#2のNAVに送信抑制時間が設定されており、その送信抑制時間 T_{s2} が閾値 T_{th} 以上であるので、待機せ

ずに次の処理に進む。そのタイミング t_1 において、RSSIによる物理的キャリアセンスとNAVによる仮想的なキャリアセンスを行い、ともに空き状態の無線チャネルを検索する(S11')。次に、空き状態の無線チャネルを用い、送信待ちのデータパケットの数に応じて図20および図21などに示す方法により並列送信する(S12)。次に、並列送信する無線パケットの送信時間のうちの最長の送信時間 T_{max} を検出する(S13)。ここでは、無線チャネル#1、#3が空き状態であり、無線チャネル#1、#3を用いた2個(または $2 \times$ 空間分割多重数)の無線パケットの送信を行うが、その中の最長の送信時間 T_{max} (ここでは無線チャネル#1の送信時間 T_1)が検出される。

【0054】

次に、無線チャネル#1、#2、#3ごとにS14~S17の処理を行う。まず、無線チャネル# i (i は1, 2, 3)から送信する無線パケットの送信時間 T_i を検出する(S14)。なお、ビジー状態のために無線パケットの送信がなければ $T_i = 0$ である(ここでは $T_2 = 0$)。次に、最長の送信時間 T_{max} と、無線チャネル# i から送信する無線パケットの送信時間 T_i を比較する(S15)。ここでは、無線チャネル#1の送信時間 T_1 が最長($T_{max} = T_1$)であり、無線チャネル#1以外は $T_{max} > T_i$ となるので、以下の処理は無線チャネル#1以外が対象となる。

【0055】

$T_{max} > T_i$ となる無線チャネル# i について、それぞれNAVに設定されている送信抑制時間 T_{si} を検出する(S18)。ここでは、無線チャネル#2について T_{s2} が検出される。次に、 T_{max} に所定の時間 T_s を加えた時間($T_{max} + T_s$)と、すでに設定されている送信抑制時間 T_{si} を比較し、 $T_{max} + T_s > T_{si}$ であれば、新たな送信抑制時間として $T_{max} + T_s$ をNAVに設定し、次の無線チャネルに対する処理を行う(S19, S16, S17)。一方、 $T_{max} > T_i$ でない無線チャネル# i (ここでは#1)の場合、あるいは $T_{max} + T_s > T_{si}$ でない無線チャネル# i の場合は、その無線チャネルに対して何もせずに次の無線チャネルに対する処理を行う(S15, S19, S17)。

【0056】

これにより、最長の送信時間 T_{max} を有する無線チャネル#1についてはNAVの設定は行わず、無線チャネル#2、#3についてはNAVに送信抑制時間($T_{max} + T_s$)を設定する。このように、無線チャネル#1からの漏れこみを想定して無線チャネル#2、#3のNAVに送信抑制時間($T_{max} + T_s$)を設定することにより、図19に示したように無線パケットが受信できずにNAVの設定ができない事態を回避することができる。

【0057】

次に、送信データ生起(2)のタイミングでは、無線チャネル#2、#3にS16による送信抑制時間が設定されており、それが終了するタイミング t_2 まで待機する。タイミング t_2 では無線チャネル#1に受信信号があり、無線チャネル#2、#3が空き状態と判断される。以下同様に、無線チャネル#2、#3を用いて並列送信が行われるとともに、ここでは無線チャネル#1、#2のNAVに新たな送信抑制時間($T_{max} + T_s$)が設定される。

【0058】

なお、第3の実施形態は、図1に示す第1の実施形態にS3、S18、S19を追加したものである。同様に、図3に示す第2の実施形態にもS3、S18、S19を追加することができる。また、第1の実施形態および第2の実施形態の変形である受信電力を検出して実際に漏れこみの影響を受ける無線チャネルを選択する形態や、受信した無線パケットの誤り検出を行い、誤りが検出された場合に漏れこみの影響を受ける無線チャネルとして選択する形態にも、同様に適用することができる。

【0059】

(無線パケット通信方法の第4の実施形態)

図7は、本発明の無線パケット通信方法の第4の実施形態のフローチャートを示す。

第3の実施形態は、送信抑制時間が設定されている無線チャネルがあり、そのうちの最長の送信抑制時間が閾値 T_{th} 以上であるときに、その送信抑制時間の終了を待つことなく

、空き状態の無線チャネルを検索して送信する処理に移行するものであった。本実施形態の特徴は、この最長の送信抑制時間と閾値 T_{th} との比較処理 (S3) に代えて、確率 p で空き状態の無線チャネルを検索して送信する処理に移行し (S4)、確率 $(1-p)$ で一定時間待機 (S5) 後に送信抑制時間が設定されている無線チャネルがあるか否かの判断 (S2) に戻るところにある。これにより、送信抑制時間の長短にかかわらず確率 p で送信処理が可能になる。

【0060】

(無線パケット通信方法の第5の実施形態)

図8は、本発明の無線パケット通信方法の第5の実施形態のフローチャートを示す。図9は、本発明の無線パケット通信方法の第5の実施形態のタイムチャートを示す。ここでは、無線チャネル#1、#2、#3が用意され、送信データ生起(1)のタイミングにおいては、無線チャネル#2がその前に受信した無線パケットにより設定されたNAVによる仮想的なキャリア検出によりビジー状態にあるものとする。また、無線チャネル#1、#2、#3は、互いに漏れこみを生じさせる関係にあり、その漏れこみがあれば無線パケットの受信ができないものとする。

【0061】

まず、送信バッファにデータが到着すると、RSSIによる物理的キャリアセンスと、NAVによる仮想的キャリアセンス(送信抑制時間の検出)を行い、すべての無線チャネルが空き状態か否かを判断する(S1、S6)。ここでは、送信データ生起(1)のタイミングにおいて、無線チャネル#2のNAVに送信抑制時間が設定されており、その送信抑制時間が終了し、かつすべての無線チャネルが空き状態となるタイミング t_1 まで待機する。次に、タイミング t_1 において空き状態の無線チャネルを用い、送信待ちのデータパケットの数に応じて図20および図21などに示す方法により並列送信する(S12)。次に、並列送信する無線パケットの送信時間のうちの最長の送信時間 T_{max} を検出する(S13)。ここでは、無線チャネル#1~#3が空き状態であり、無線チャネル#1~#3を用いた3個(または $3 \times$ 空間分割多重数)の無線パケットの送信を行うが、その中の最長の送信時間 T_{max} (ここでは無線チャネル#1の送信時間 T_1)が検出される。

【0062】

次に、無線チャネル#1、#2、#3ごとに、第1の実施形態と同様のS14~S17の処理を行う。これにより、無線チャネル#1からの漏れこみを想定して無線チャネル#2、#3のNAVに送信抑制時間($T_{max} + T_s$)を設定することにより、図19に示したように無線パケットが受信できずにNAVの設定ができない事態を回避することができる。

【0063】

次に、送信データ生起(2)のタイミングでは、無線チャネル#2、#3にS16により送信抑制時間が設定されており、さらに無線チャネル#1が受信信号によってビジー状態にあり、このすべての無線チャネルが空き状態となるタイミング t_3 まで待機する。タイミング t_3 では、同様に無線チャネル#1~#3を用いて並列送信が行われるとともに、ここでは送信時間が最長の無線チャネル#3を除く無線チャネル#1、#2のNAVに新たな送信抑制時間($T_{max} + T_s$)が設定される。

【0064】

(無線パケット通信方法の第6の実施形態)

図10は、本発明の無線パケット通信方法の第6の実施形態のフローチャートを示す。図11は、本発明の無線パケット通信方法の第6の実施形態のタイムチャートを示す。ここでは、無線チャネル#1、#2、#3が用意され、送信データ生起(1)のタイミングにおいては、無線チャネル#2がその前に受信した無線パケットにより設定されたNAVによる仮想的なキャリア検出によりビジー状態にあるものとする。また、無線チャネル#1~#3は、あらかじめ設定されるチャネル間(例えば隣接チャネル間)のみで漏れこみが生じ(この点が第5の実施形態と異なる)、その漏れこみがあれば無線パケットの受信ができないものとする。

【0065】

まず、送信バッファにデータが到着すると、RSSIによる物理的キャリアセンスと、NAVによる仮想的キャリアセンス（送信抑制時間の検出）を行い、すべての無線チャネルが空き状態か否かを判断する（S1, S6）。ここでは、送信データ生起(1)のタイミングにおいて、無線チャネル#2のNAVに送信抑制時間が設定されており、その送信抑制時間が終了し、かつすべての無線チャネルが空き状態となるタイミング t_1 まで待機する。次に、タイミング t_1 において空き状態の無線チャネルを用い、送信待ちのデータパケットの数に応じて図20および図21などに示す方法により並列送信する（S22）。ここでは、無線チャネル#1～#3が空き状態であり、無線チャネル#1～#3を用いた3個（または $3 \times$ 空間分割多重数）の無線パケットの送信を行う。

【0066】

次に、送信に利用した無線チャネル# i （ここでは#1, #2, #3）ごとに、第2の実施形態と同様のS23～S28の処理を行う。これにより、無線チャネル#1, #3についてはNAVの設定は行わない。無線チャネル#2については、無線チャネル#1による送信抑制時間（ $T_1 + T_s$ ）と、無線チャネル#3による送信抑制時間（ $T_3 + T_s$ ）の長い方（ $T_1 + T_s$ ）がNAVに設定される。

【0067】

次に、送信データ生起(2)のタイミングでは、無線チャネル#2にS26により送信抑制時間が設定されており、さらに無線チャネル#1が受信信号によってビジー状態にあり、このすべての無線チャネルが空き状態となるタイミング t_3 まで待機する。タイミング t_3 では、同様に無線チャネル#1～#3を用いて並列送信が行われるとともに、ここでは送信時間が最長の無線チャネル#2に隣接する無線チャネル#1, #3のNAVに新たな送信抑制時間（ $T_2 + T_s$ ）が設定される。

【0068】

なお、第5の実施形態および第6の実施形態においても、受信電力を検出して実際に漏れこみの影響を受ける無線チャネルを選択するようにしてもよい。また、受信した無線パケットの誤り検出を行い、誤りが検出された場合に漏れこみの影響を受ける無線チャネルとして選択するようにしてもよい。

【0069】

（無線パケット通信方法の第7の実施形態）

図12は、本発明の無線パケット通信方法の第7の実施形態のフローチャートを示す。図13は、本発明の無線パケット通信方法の第7の実施形態のタイムチャートを示す。ここでは、無線チャネル#1, #2, #3が用意され、送信データ生起(1)のタイミングにおいて、無線チャネル#2がその前に受信した無線パケットにより設定されたNAVによる仮想的なキャリア検出によりビジー状態にあるものとする。また、無線チャネル#1, #2, #3は、互いに漏れこみを生じさせる関係にあり（この点は第5の実施形態と同じ）、その漏れこみがあれば無線パケットの受信ができないものとする。

【0070】

まず、送信バッファにデータが到着すると、RSSIによる物理的キャリアセンスと、NAVによる仮想的キャリアセンス（送信抑制時間の検出）を行い、すべての無線チャネルが空き状態か否かを判断する。そして、送信抑制時間が設定されて空き状態でない無線チャネルがあれば、そのうちの最長の送信抑制時間が閾値 T_{th} 以上か否かを判断し、それが閾値以下であれば送信抑制時間が終了して空き状態になるまで待機する（S1, S6, S3）。一方、送信抑制時間が設定されている無線チャネルのうちの最長の送信抑制時間が閾値 T_{th} 以上であれば、待機せずに次の処理に進む（S3）。

【0071】

ここでは、送信データ生起(1)のタイミングにおいて、無線チャネル#2のNAVに送信抑制時間が設定されており、その送信抑制時間 T_{s2} が閾値 T_{th} 以上であるので、待機せずに次の処理に進む。そのタイミング t_1 において、RSSIによる物理的キャリアセンスとNAVによる仮想的なキャリアセンスを行い、ともに空き状態の無線チャネルを検索する（S11'）。次に、空き状態の無線チャネルを用い、送信待ちのデータパケットの数に

応じて図20および図21などに示す方法により並列送信する(S12)。次に、並列送信する無線パケットの送信時間のうちの最長の送信時間 T_{\max} を検出する(S13)。ここでは、無線チャネル#1, #3が空き状態であり、無線チャネル#1, #3を用いた2個(または $2 \times$ 空間分割多重数)の無線パケットの送信を行うが、その中の最長の送信時間 T_{\max} (ここでは無線チャネル#1の送信時間 T_1)が検出される。

【0072】

次に、無線チャネル#1, #2, #3ごとに、第3の実施形態と同様のS14~S19の処理を行う。これにより、最長の送信時間 T_{\max} を有する無線チャネル#1についてはNAVの設定は行わず、無線チャネル#2, #3についてはNAVに送信抑制時間($T_{\max} + T_s$)を設定する。このように、無線チャネル#1からの漏れこみを想定して無線チャネル#2, #3のNAVに送信抑制時間($T_{\max} + T_s$)を設定することにより、図19に示したように無線パケットが受信できずにNAVの設定ができない事態を回避することができる。

【0073】

次に、送信データ生起(2)のタイミングでは、無線チャネル#2, #3にS16による送信抑制時間が設定されているが、その送信抑制時間が閾値 T_{th} 以下であり、さらに無線チャネル#1が受信信号によってビジー状態にあり、このすべての無線チャネルが空き状態となるタイミング t_3 まで待機する。タイミング t_3 では同様に、無線チャネル#1~#3を用いて並列送信が行われるとともに、ここでは送信時間が最長の無線チャネル#3を除く無線チャネル#1, #2のNAVに新たな送信抑制時間($T_{\max} + T_s$)が設定される。

【0074】

なお、第7の実施形態は、図8に示す第5の実施形態にS3、S11'、S18、S19を追加したものである。同様に、図10に示す第6の実施形態にもS3、S11'、S18、S19を追加することができる。また、第5の実施形態および第6の実施形態の変形である受信電力を検出して実際に漏れこみの影響を受ける無線チャネルを選択する形態や、受信した無線パケットの誤り検出を行い、誤りが検出された場合に漏れこみの影響を受ける無線チャネルとして選択する形態にも、同様に適用することができる。

【0075】

(無線パケット通信方法の第8の実施形態)

図14は、本発明の無線パケット通信方法の第8の実施形態のフローチャートを示す。第7の実施形態は、送信抑制時間が設定されて空き状態でない無線チャネルがあれば、そのうちの最長の送信抑制時間が閾値 T_{th} 以上であるときに、その送信抑制時間の終了を待つことなく、空き状態の無線チャネルを検索して送信する処理に移行するものであった。本実施形態の特徴は、この最長の送信抑制時間と閾値 T_{th} との比較処理(S3)に代えて、確率 p で空き状態の無線チャネルを検索して送信する処理に移行し(S4)、確率 $(1-p)$ で一定時間待機(S5)後に送信抑制時間が設定されている無線チャネルがあるか否かの判断(S2)に戻るところにある。これにより、送信抑制時間の長短にかかわらず確率 p で送信処理が可能になる。

【0076】

(無線パケット通信装置の実施形態)

図15は、本発明の無線パケット通信装置の実施形態を示す。ここでは、3個の無線チャネル#1, #2, #3を用いて3個の無線パケットを並列に送受信可能な無線パケット通信装置の構成について示すが、その並列数は任意に設定可能である。なお、各無線チャネルごとに空間分割多重を利用する場合には、(無線チャネル数 \times 空間分割多重数)の無線パケットを並列に送受信可能であるが、ここでは空間分割多重については省略する。

【0077】

図において、無線パケット通信装置は、送受信処理部10-1, 10-2, 10-3と、ヘッダ付加部21, 送信バッファ22, 送信チャネル選択制御部23, パケット振り分け送信制御部24, パケット順序管理部25およびヘッダ除去部26とを備える。

【0078】

送受信処理部 10-1, 10-2, 10-3 は、互いに異なる無線チャネル #1, #2, #3 で無線通信を行う。これらの無線チャネルは、互いに無線周波数などが異なるので互いに独立であり、同時に複数の無線チャネルを利用して無線通信できる構成になっている。各送受信処理部 10 は、変調器 11, 無線送信部 12, アンテナ 13, 無線受信部 14, 復調器 15, パケット選択部 16 およびキャリア検出部 17 を備える。

【0079】

ヘッダ付加部 21 の入力には、送信すべき送信データフレーム系列が入力される。この送信データフレーム系列は、1 つあるいは複数のデータフレームで構成される。実際に扱うデータフレームとしては、例えばイーサネット（登録商標）フレームなどが想定される。ヘッダ付加部 21 は、図 15 に示すデータパケットを生成する。すなわち、ヘッダ付加部 21 に入力された送信データフレーム系列中の各々のデータフレームに対して、当該データフレームの宛先となる無線パケット通信装置の ID 情報や、宛先ごとに独立したデータフレームの順番を表すシーケンス番号や、無線チャネル上での占有時間を表すフィールドを含むヘッダと、無線パケットの誤りを検出するための CRC 符号部が付加される。

【0080】

ヘッダ付加部 21 が生成したデータパケットは、データパケット系列として送信バッファ 22 に入力される。送信バッファ 22 は、入力された 1 つあるいは複数のデータパケットをバッファリングして一時的に保持する。また、送信バッファ 22 は現在保持しているデータパケットの数を表す情報を送信チャネル選択制御部 23 に逐次与える。

【0081】

一方、他の無線パケット通信装置が互いに異なる無線チャネル #1, #2, #3 を介して送信した無線信号は、それぞれ対応する送受信処理部 10-1, 10-2, 10-3 のアンテナ 13 を介して無線受信部 14 に入力される。各無線チャネル対応の無線受信部 14 は、入力された無線信号に対して周波数変換、フィルタリング、直交検波および AD 変換を含む受信処理を施す。なお、各無線受信部 14 には、それぞれ接続されたアンテナ 13 が送信のために使用されていない時に、各無線チャネルにおける無線伝搬路上の無線信号が常時入力されており、各無線チャネルの受信電界強度を表す RSSI 信号がキャリア検出部 17 へ出力される。また、無線受信部 14 に対応する無線チャネルで無線信号が受信された場合には、受信処理されたベースバンド信号が復調部 15 へ出力される。

【0082】

復調器 15 は、無線受信部 14 から入力されたベースバンド信号に対してそれぞれ復調処理を行い、得られたデータパケットはパケット選択部 16 へ出力される。パケット選択部 16 は、入力されたデータパケットに対して CRC チェックを行い、誤りが検出されなかったデータパケットをキャリア検出部 17 へ出力する（後述する NAV 設定用）。また、データパケットが誤りなく受信された場合には、その事実を送信チャネル選択制御部 23 に通知する（C1-1, C2-1, C3-1）とともに、そのデータパケットが自局に対して送信されたものか否かを識別する。すなわち、各データパケットの宛先 ID が自局と一致するか否かを調べ、自局宛てのデータパケットをパケット順序管理部 25 へ出力する。また、自局宛でないデータパケットの場合には、パケット選択部 16 で当該パケットが破棄される。パケット順序管理部 25 は、入力された各データパケットに付加されているシーケンス番号を調べ、受信した複数のデータパケットの並びを適切な順番、すなわちシーケンス番号順に並べ替える。その結果を受信データパケット系列としてヘッダ除去部 26 へ出力する。ヘッダ除去部 26 は、入力された受信データパケット系列に含まれている各々のデータパケットからヘッダ部分を除去し、受信データフレーム系列として出力する。

【0083】

キャリア検出部 17 は、RSSI 信号が入力されると、その信号によって表される受信電界強度の値と予め設定した閾値とを比較する。そして、所定の期間中の受信電界強度が連続的に閾値よりも小さい状態が継続すると、割り当てられた無線チャネルが空き状態であると判定し、それ以外の場合には割り当てられた無線チャネルがビジーであると判定する。各無線チャネルに対応するキャリア検出部 17 は、この判定結果をキャリア検出結果

として出力する。なお、各送受信処理部 10 において、アンテナ 13 が送信状態である場合にはキャリア検出部 17 に RSSI 信号が入力されない。また、アンテナ 13 が既に送信状態にある場合には、同じアンテナ 13 を用いて他のデータパケットを無線信号として同時に送信することはできない。したがって、各キャリア検出部 17 は RSSI 信号が入力されなかった場合には、割り当てられた無線チャネルがビジーであることを示すキャリア検出結果を出力する。

【0084】

また、キャリア検出部 17 は、パケット選択部 16 から入力されたデータパケット内に記述された占有時間を NAV に設定する。そして、この NAV の値および無線受信部 14 から入力された RSSI 信号に応じて、対応する無線チャネルが空き状態かビジーかを判定し、そのキャリア検出結果を送信チャネル選択制御部 23 へ出力する (C1-2, C2-2, C3-2)。送信チャネル選択制御部 23 は、各無線チャネルに対応するキャリア検出結果と、送信バッファ 22 に蓄積されたデータパケット数とに基づいて、以上の各実施形態の方法により並列送信するデータパケット数を決定する。また、送信チャネル選択制御部 23 はデータパケットの送信に用いる無線チャネルを選択し、選択結果の情報をパケット振り分け送信制御部 24 に与える。

【0085】

送信チャネル選択制御部 23 は、たとえば空き状態の無線チャネル数 N が送信バッファ 22 に蓄積されたデータパケット数 K 以上の場合には、このデータパケット数 K と同数の無線チャネルを空き状態の無線チャネルの中から選択し、その結果をパケット振り分け送信制御部 24 に通知する (例えば図 20 (2) の場合)。また、空き状態の無線チャネル数 N が送信バッファ 22 に蓄積されたデータパケット数 K よりも少ない場合には、空き状態の無線チャネル数 N と同数のデータパケットを並列送信するデータパケット数として決定し、全ての空き状態の無線チャネルを選択し、その結果をパケット振り分け送信制御部 24 に通知する (例えば図 20 (1) の場合)。

【0086】

パケット振り分け送信制御部 24 は、送信チャネル選択制御部 23 から通知された並列送信するデータパケット数に基づいて、これと同数のデータパケットの出力を要求する要求信号を送信バッファ 22 に出力する。送信バッファ 22 は、パケット振り分け送信制御部 24 から入力された要求信号の内容を参照し、送信バッファ 22 が保持しているデータパケットのうち、送信バッファ 22 に入力された時刻が早いデータパケットから順に要求された数のデータパケットをパケット振り分け送信制御部 24 に出力する。

【0087】

さらに、パケット振り分け送信制御部 24 は、送信バッファ 22 から入力された各データパケットと送信チャネル選択制御部 23 が選択した無線チャネルとの対応付けを行う。たとえば、送受信処理部 10-1, 10-2, 10-3 に対応する 3 つの無線チャネル #1, #2, #3 が全て空き状態であり、送信チャネル選択制御部 23 が 3 つの無線チャネル #1, #2, #3 を全て選択し、送信バッファ 22 から 3 つのデータパケットが同時に入力された場合には、これらの 3 つのデータパケットをそれぞれ無線チャネル #1, #2, #3 に順番に対応付ければよい。このような対応付けの結果、無線チャネル #1 に対応付けられたデータパケットは送受信処理部 10-1 内の変調器 11 に入力され、無線チャネル #2 に対応付けられたデータパケットは送受信処理部 10-2 内の変調器 11 に入力され、無線チャネル #3 に対応付けられたデータパケットは送受信処理部 10-3 内の変調器 11 に入力される。各変調器 11 は、パケット振り分け送信制御部 24 からデータパケットが入力されると、そのデータパケットに対して所定の変調処理を施して無線送信部 12 に出力する。各無線送信部 12 は、変調器 11 から入力された変調処理後のデータパケットに対して、DA 変換、周波数変換、フィルタリング及び電力増幅を含む送信処理を施し、それぞれ対応する無線チャネルを介してアンテナ 13 から無線パケットとして送信される。

【0088】

このように、複数の無線チャネルの空き状態を同時に検出し、空き状態の無線チャネルを使用して複数の無線パケットを並列送信することができる。また、複数のアンテナのいずれかが送信中の場合であっても、送信に使用していないアンテナに対応する無線チャネルの空き状態を検出し、空き状態の無線チャネルを使用して複数の無線パケットを並列送信することができる。

【図面の簡単な説明】

【0089】

- 【図1】 本発明の無線パケット通信方法の第1の実施形態を示すフローチャート。
- 【図2】 本発明の無線パケット通信方法の第1の実施形態を示すタイムチャート。
- 【図3】 本発明の無線パケット通信方法の第2の実施形態を示すフローチャート。
- 【図4】 本発明の無線パケット通信方法の第2の実施形態を示すタイムチャート。
- 【図5】 本発明の無線パケット通信方法の第3の実施形態を示すフローチャート。
- 【図6】 本発明の無線パケット通信方法の第3の実施形態を示すタイムチャート。
- 【図7】 本発明の無線パケット通信方法の第4の実施形態を示すフローチャート。
- 【図8】 本発明の無線パケット通信方法の第5の実施形態を示すフローチャート。
- 【図9】 本発明の無線パケット通信方法の第5の実施形態を示すタイムチャート。
- 【図10】 本発明の無線パケット通信方法の第6の実施形態を示すフローチャート。
- 【図11】 本発明の無線パケット通信方法の第6の実施形態を示すタイムチャート。
- 【図12】 本発明の無線パケット通信方法の第7の実施形態を示すフローチャート。
- 【図13】 本発明の無線パケット通信方法の第7の実施形態を示すタイムチャート。
- 【図14】 本発明の無線パケット通信方法の第8の実施形態を示すフローチャート。
- 【図15】 本発明の無線パケット通信装置の実施形態を示すブロック図。
- 【図16】 本発明の無線パケット通信装置で用いる無線パケットの構成を示す図。
- 【図17】 無線パケットの構成例を示す図。
- 【図18】 3つの無線チャネルを用いる無線パケット通信方法の概要を示す図。
- 【図19】 複数の無線チャネルを用いる無線パケット通信方法の問題点を示す図。
- 【図20】 複数の無線チャネルを用いて複数の無線パケットを並列送信する方法を説明する図。

【図21】 複数の無線チャネルを用いて複数の無線パケットを並列送信する方法（空間分割多重を併用）を説明する図。

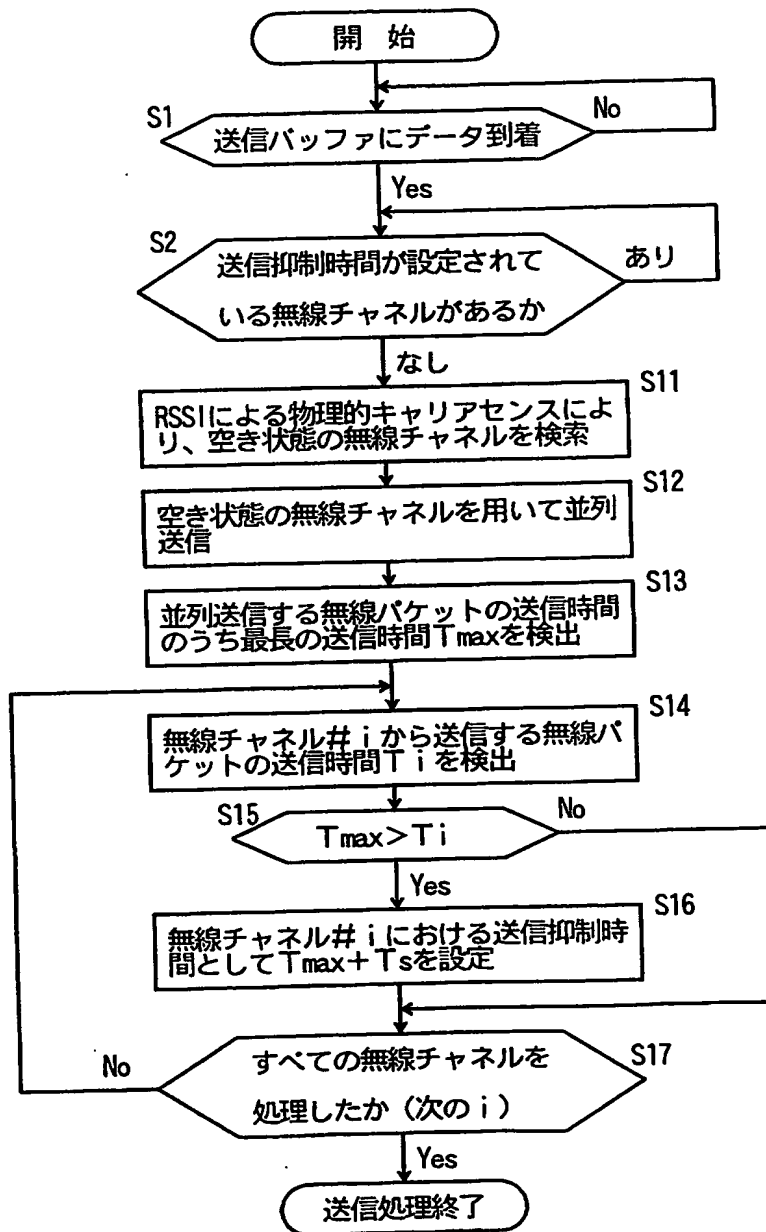
【符号の説明】

【0090】

- 10 送受信処理部
- 11 変調器
- 12 無線送信部
- 13 アンテナ
- 14 無線受信部
- 15 復調器
- 16 パケット選択部
- 17 キャリア検出部
- 21 ヘッダ付加部
- 22 送信バッファ
- 23 送信チャネル選択制御部
- 24 パケット振り分け送信制御部
- 25 パケット順序管理部
- 26 ヘッダ除去部

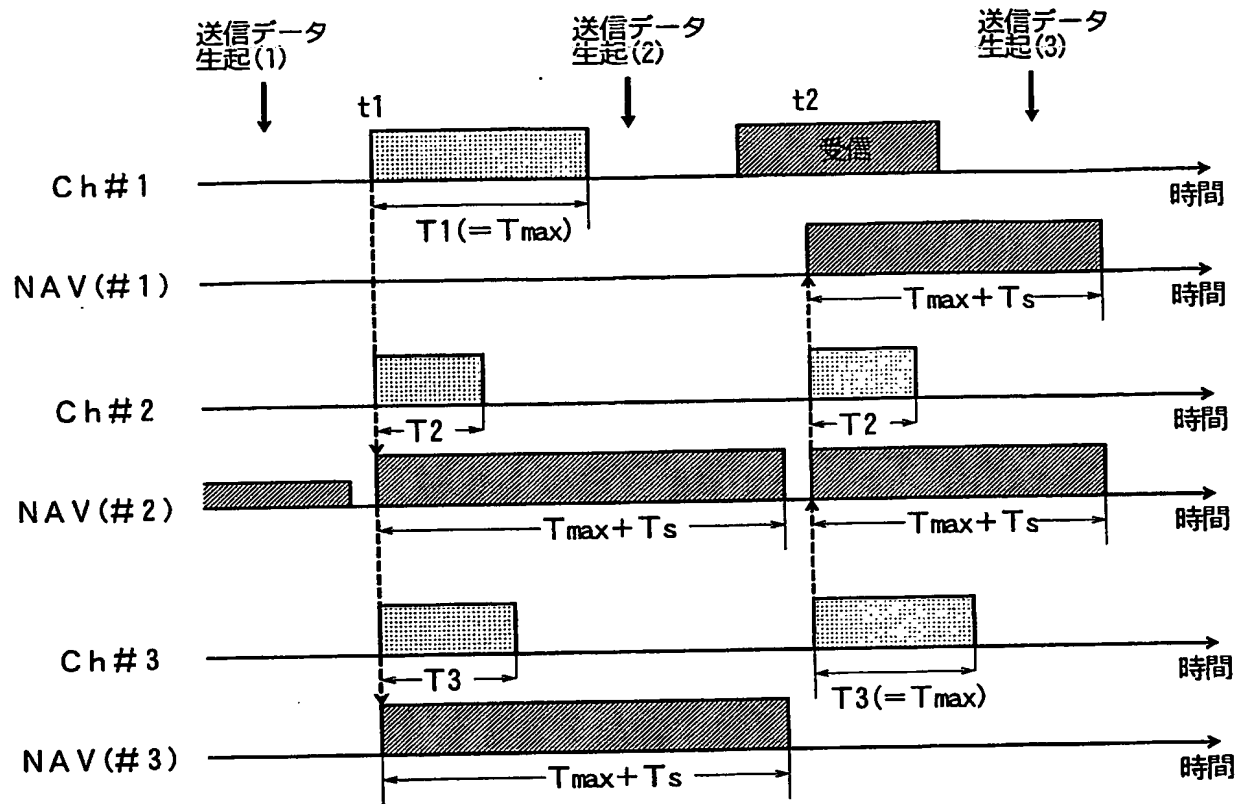
【書類名】 図面
【図 1】

本発明の無線パケット通信方法の第 1 の実施形態



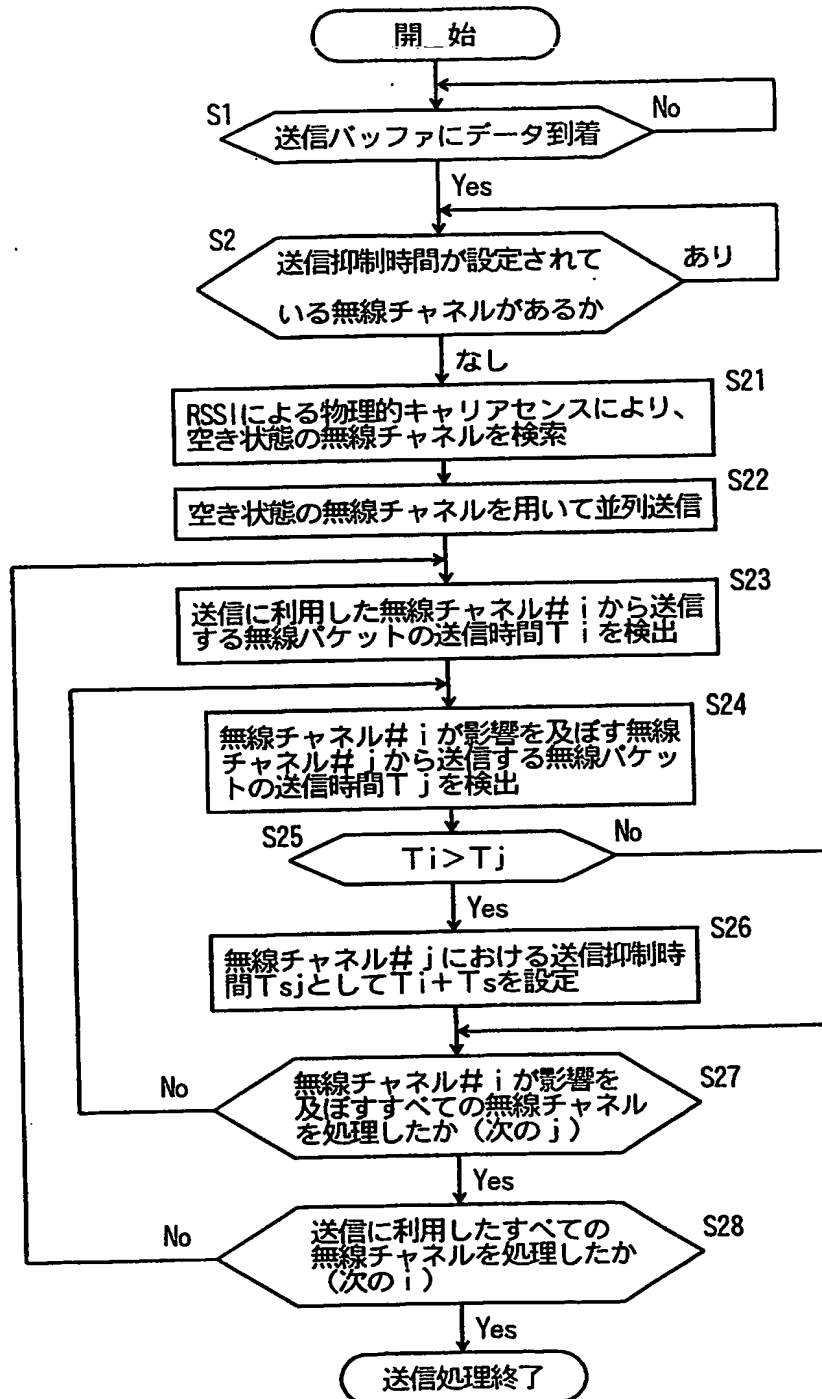
【図 2】

本発明の無線パケット通信方法の第 1 の実施形態



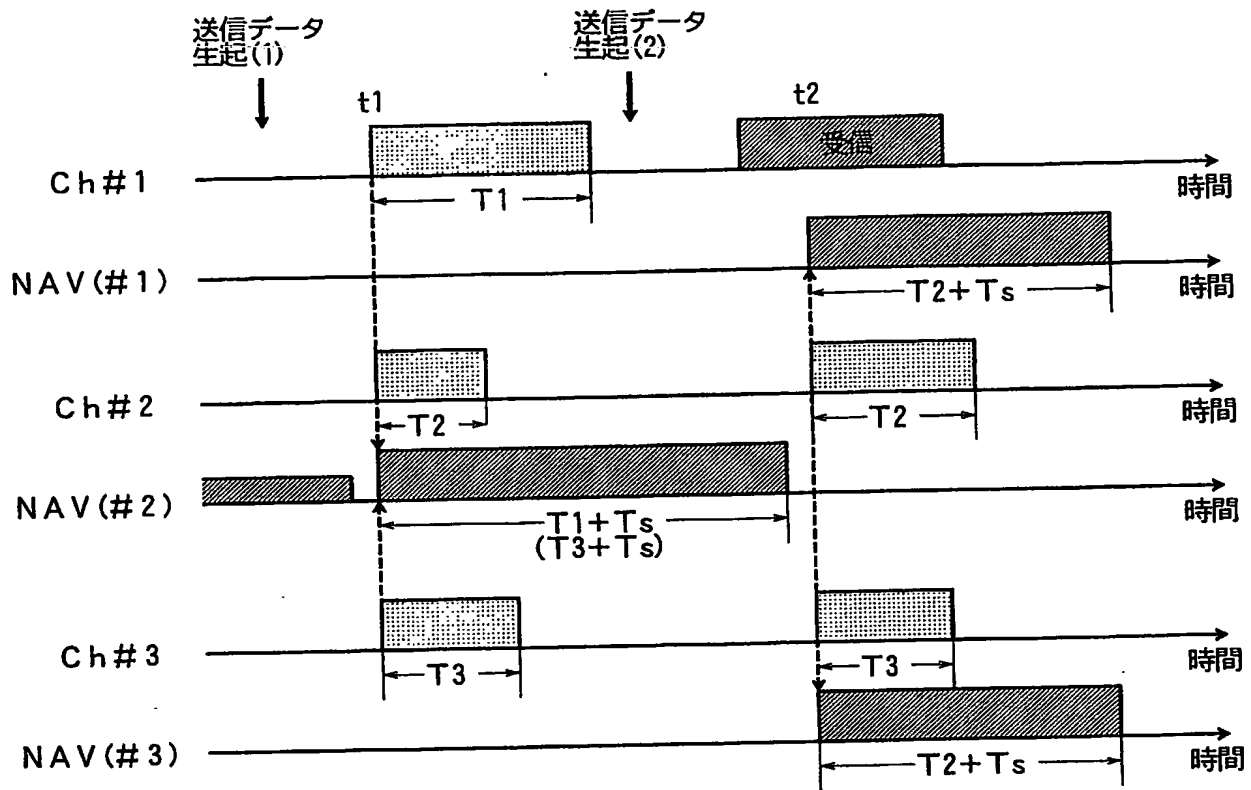
【図 3】

本発明の無線パケット通信方法の第 2 の実施形態



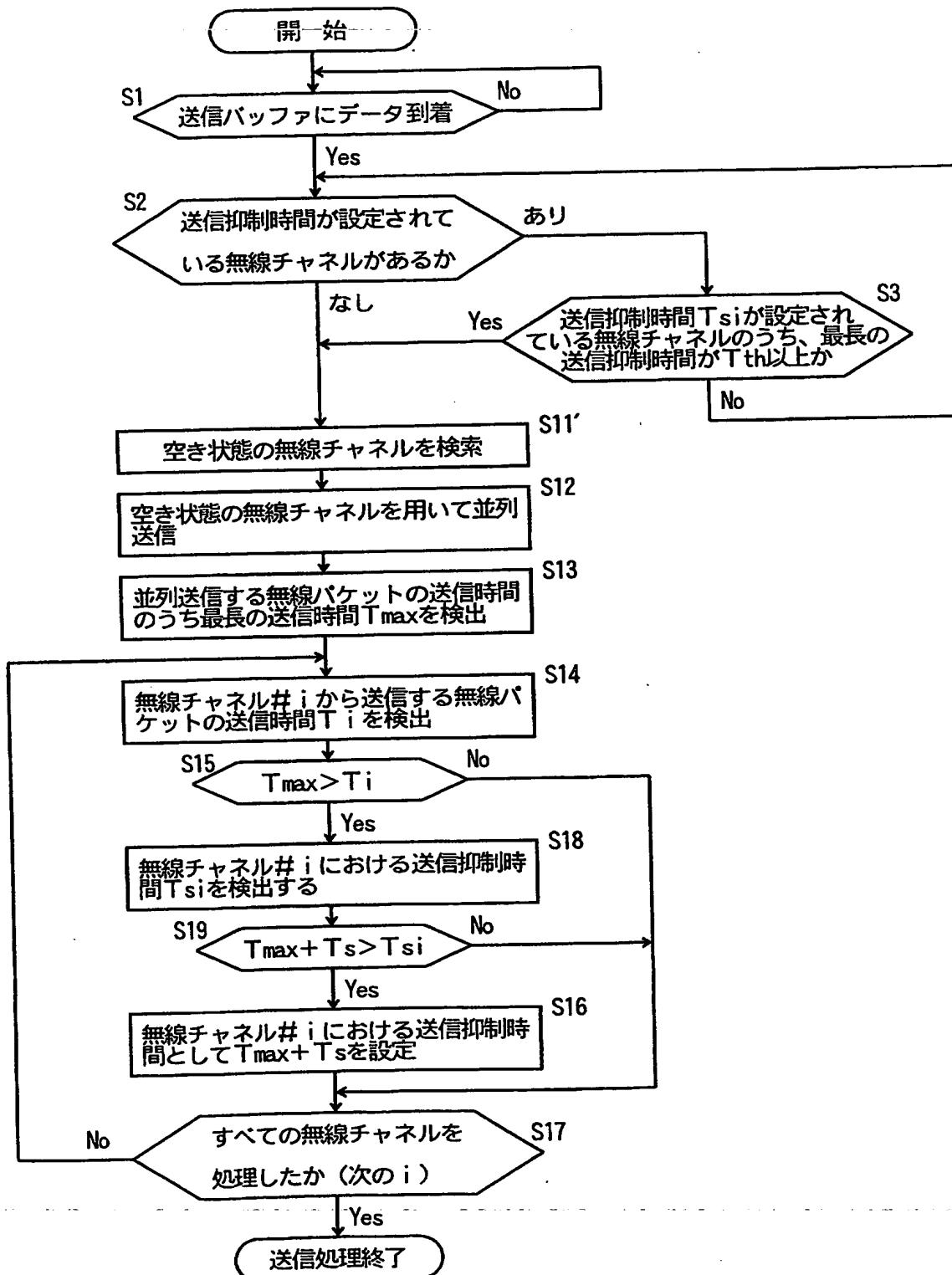
【図 4】

本発明の無線パケット通信方法の第 2 の実施形態



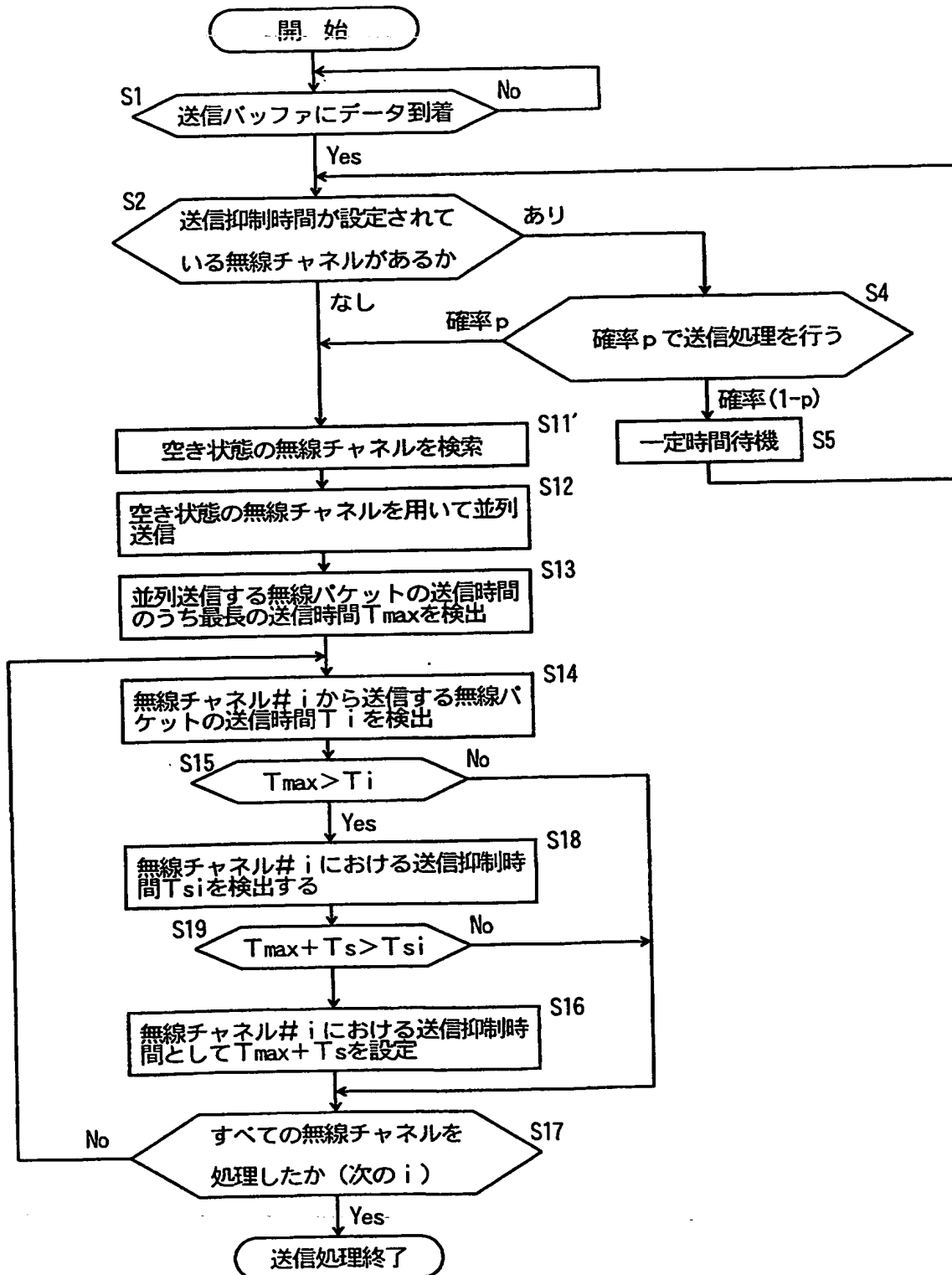
【図 5】

本発明の無線パケット通信方法の第3の実施形態



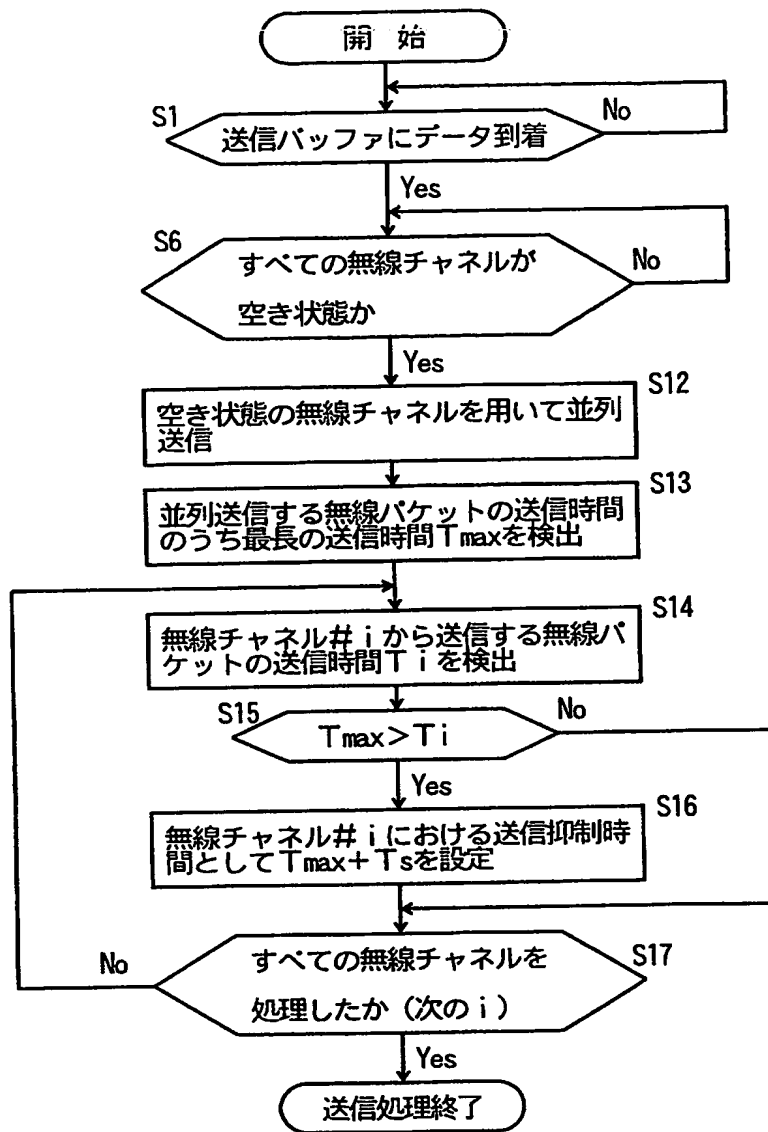
【図 7】

本発明の無線パケット通信方法の第 4 の実施形態



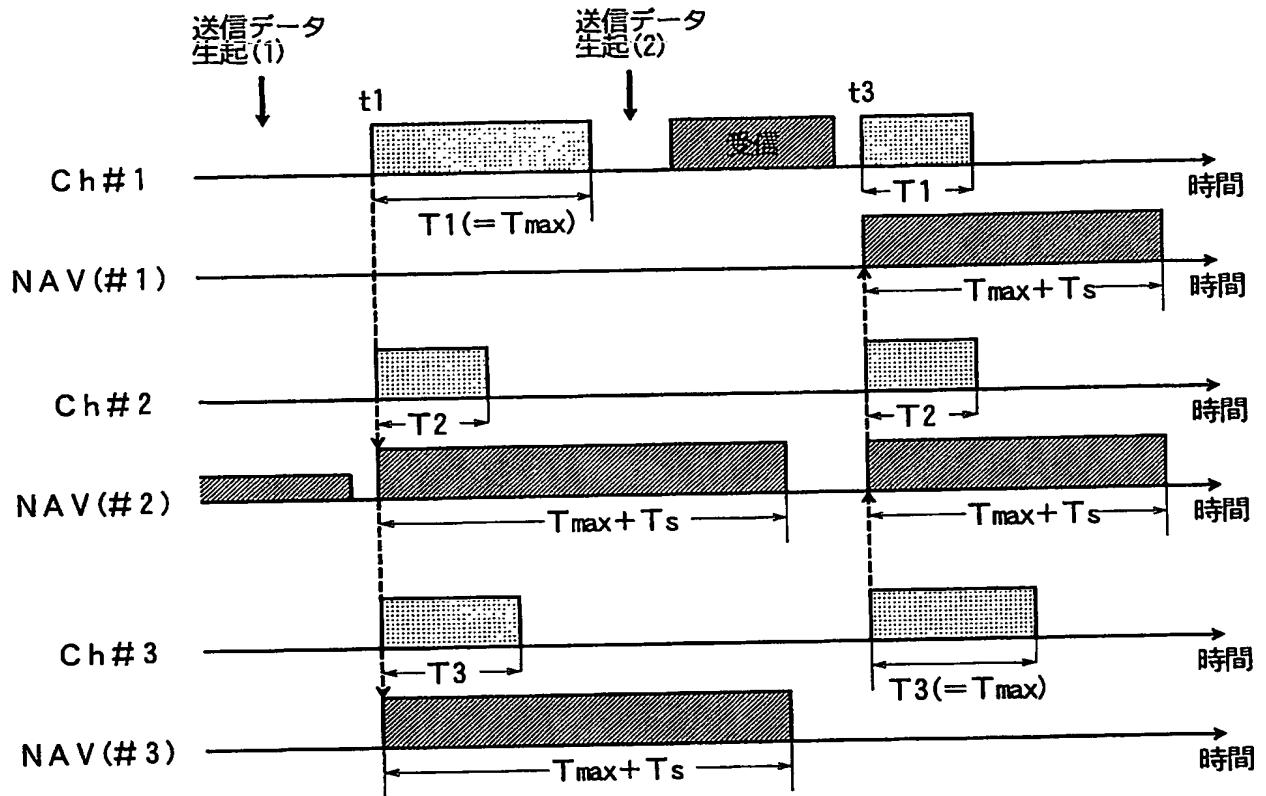
【図 8】

本発明の無線パケット通信方法の第 5 の実施形態



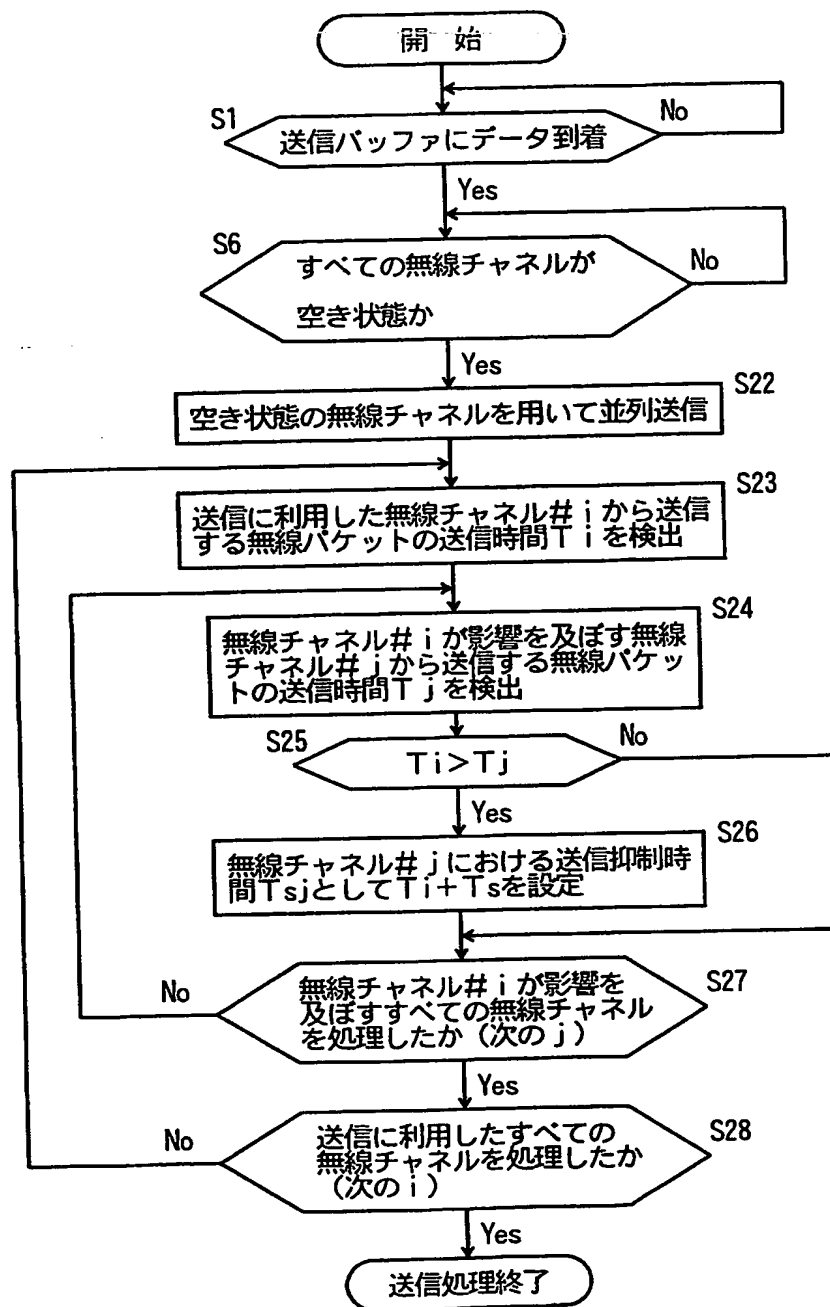
【図 9】

本発明の無線パケット通信方法の第 5 の実施形態



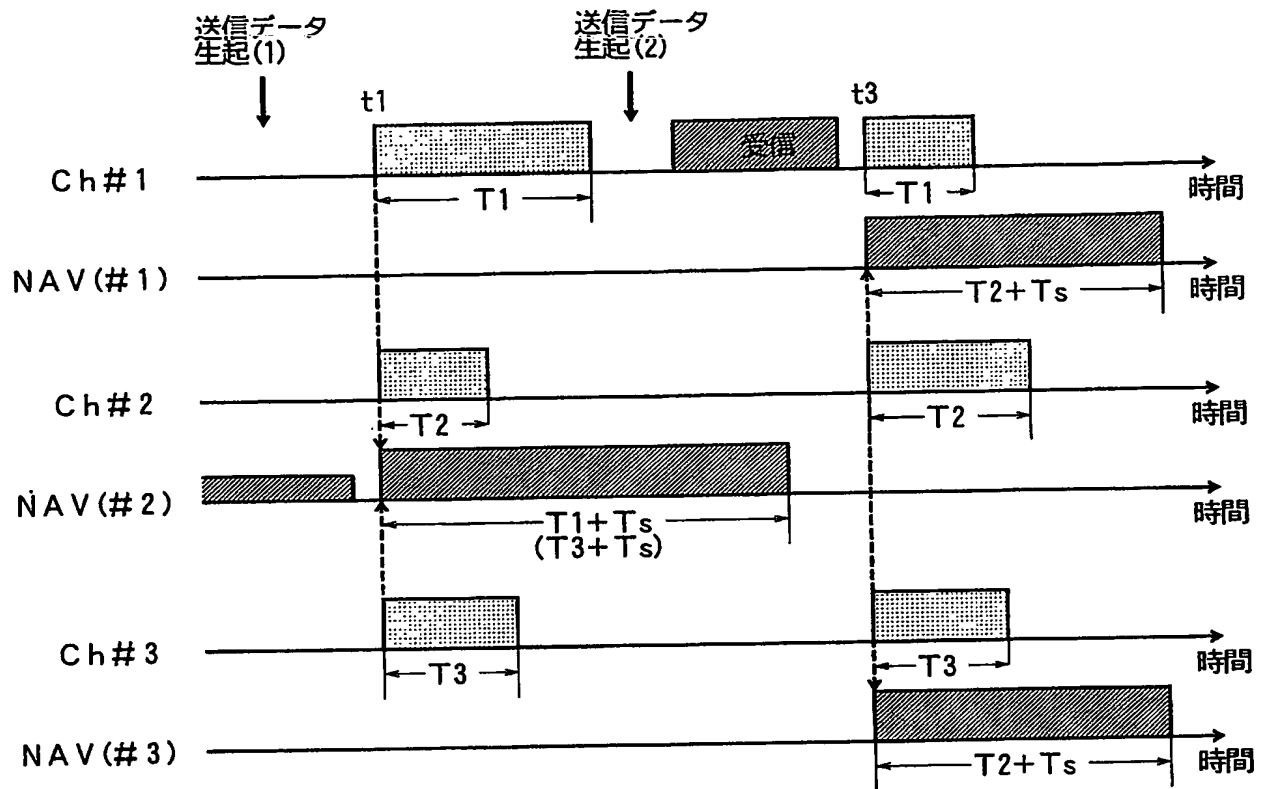
【図 10】

本発明の無線パケット通信方法の第 6 の実施形態



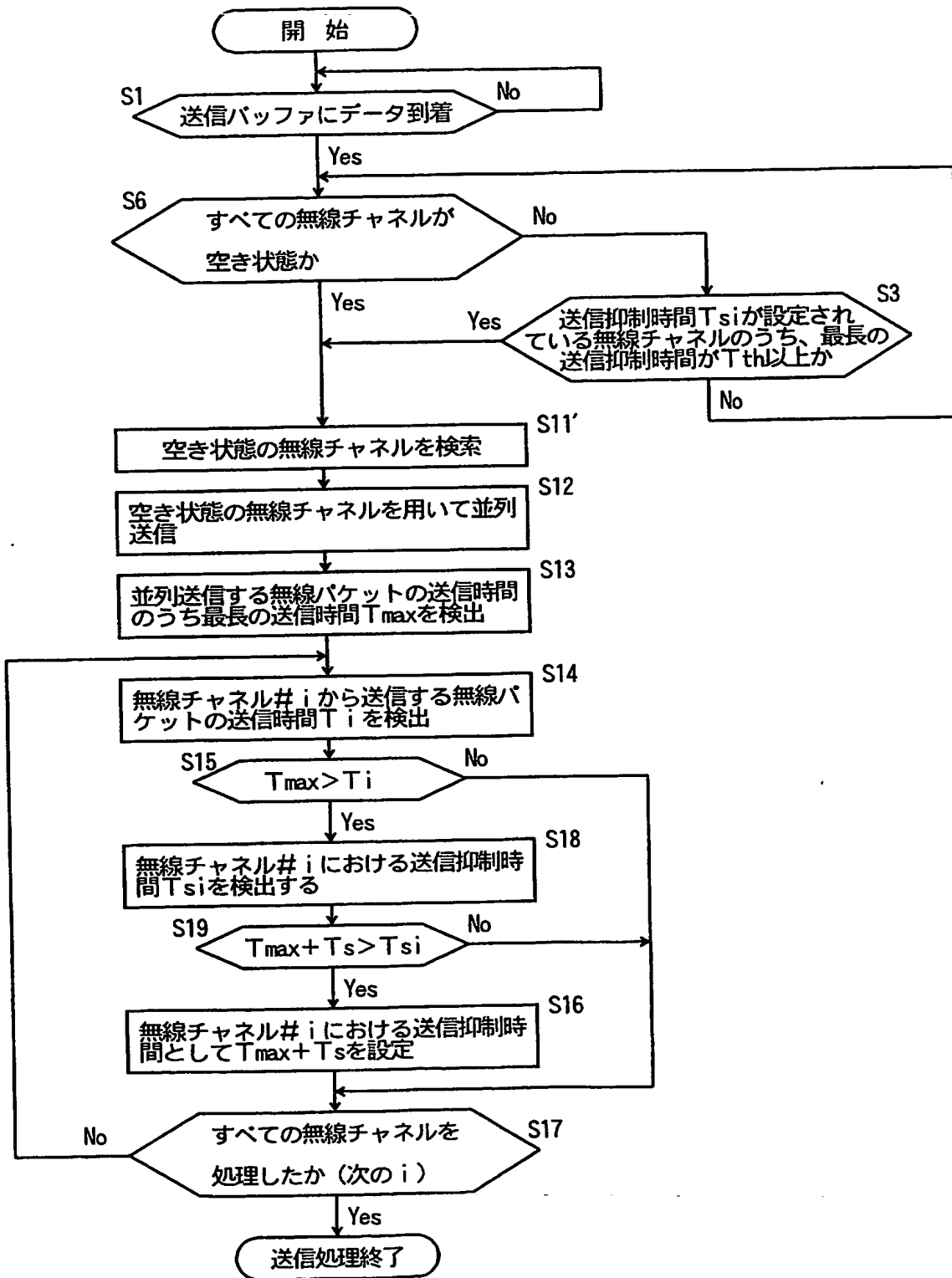
【図 11】

本発明の無線パケット通信方法の第 6 の実施形態



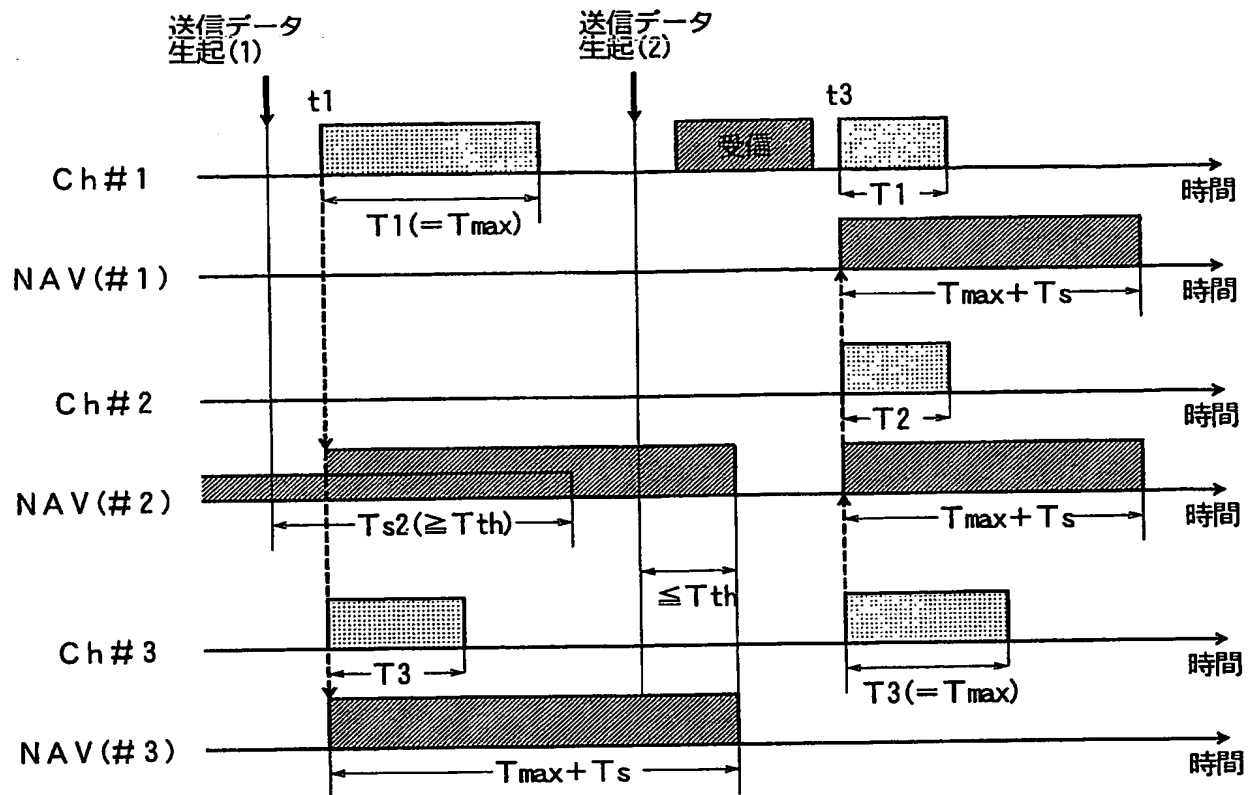
【図 12】

本発明の無線パケット通信方法の第 7 の実施形態



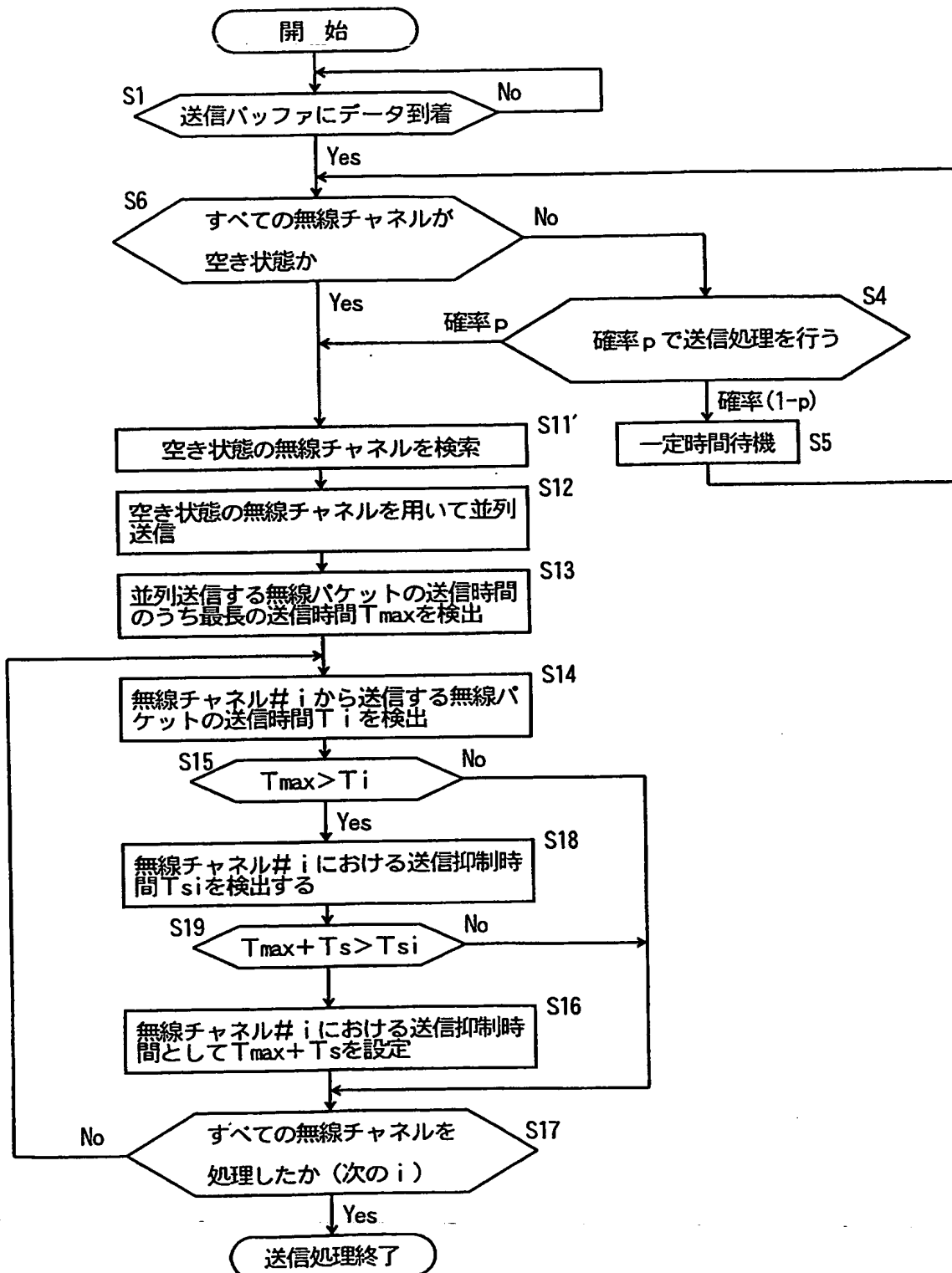
【図 13】

本発明の無線パケット通信方法の第7の実施形態



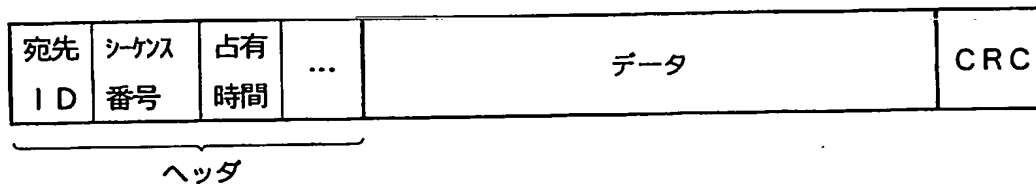
【図 14】

本発明の無線パケット通信方法の第 8 の実施形態



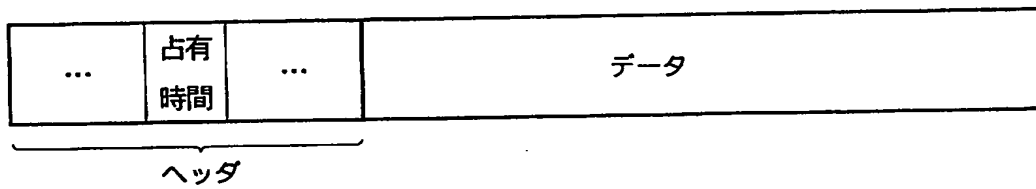
【図 16】

本発明の無線パケット通信装置で用いる無線パケットの構成



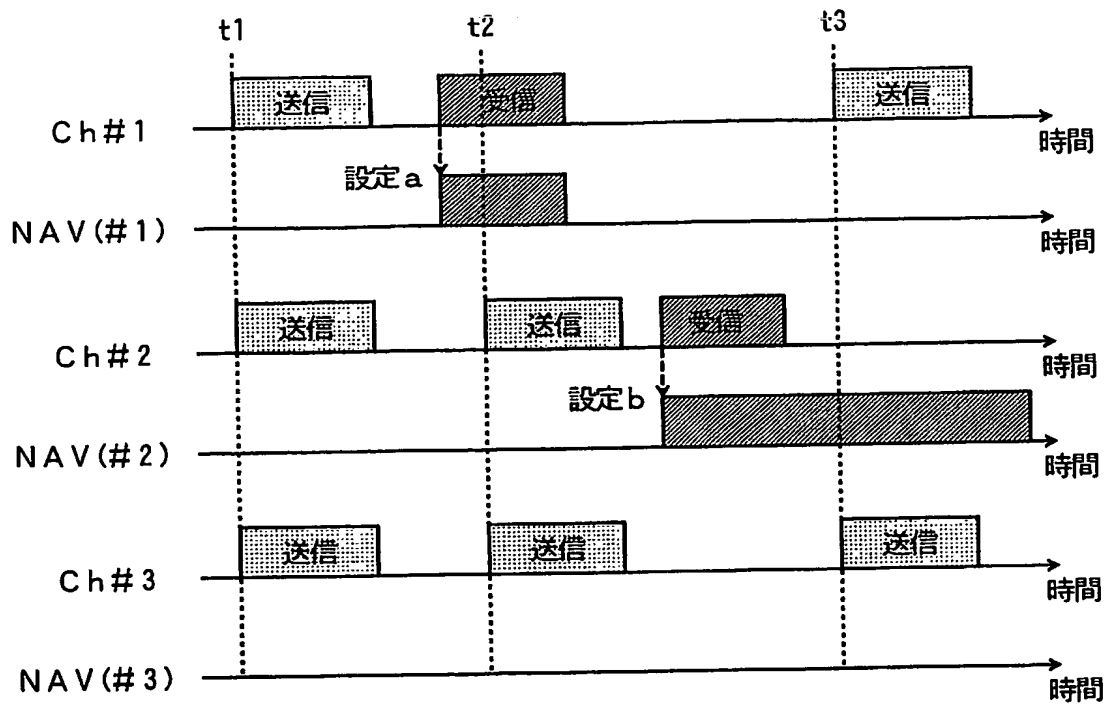
【図 17】

無線パケットの構成例



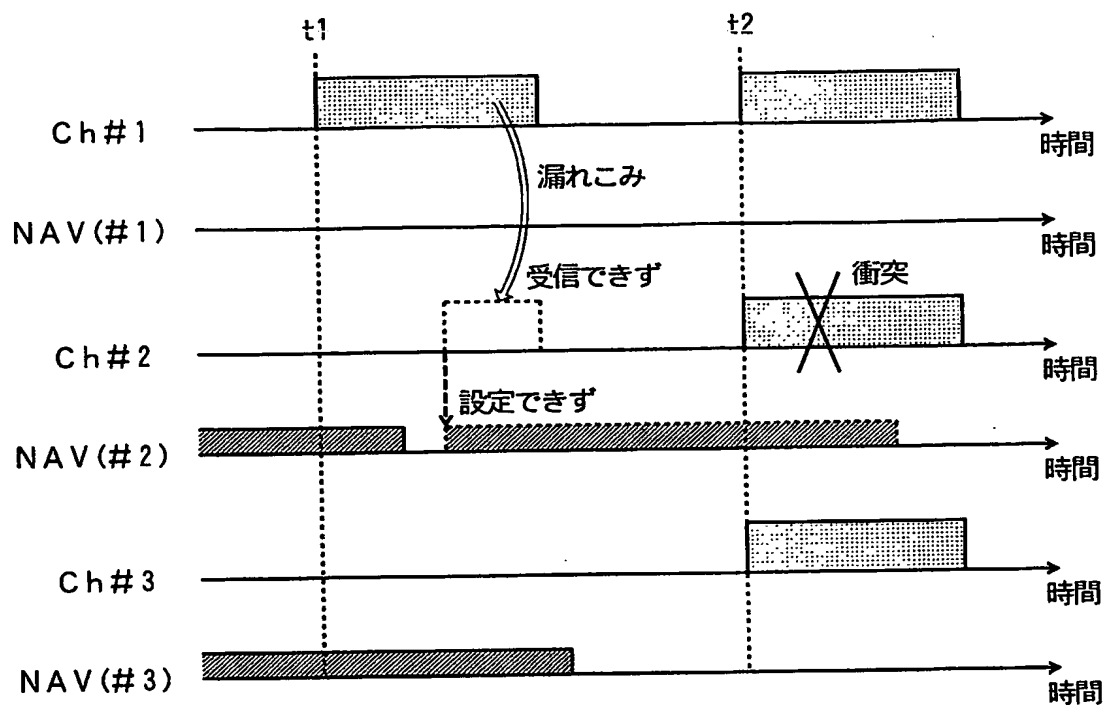
【図 18】

3つの無線チャネルを用いる無線パケット通信方法の概要



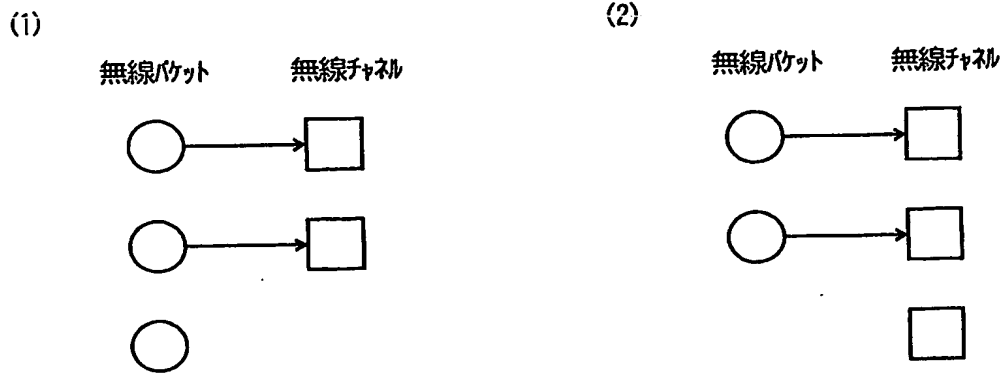
【図 19】

複数の無線チャネルを用いる無線パケット通信方法の問題点



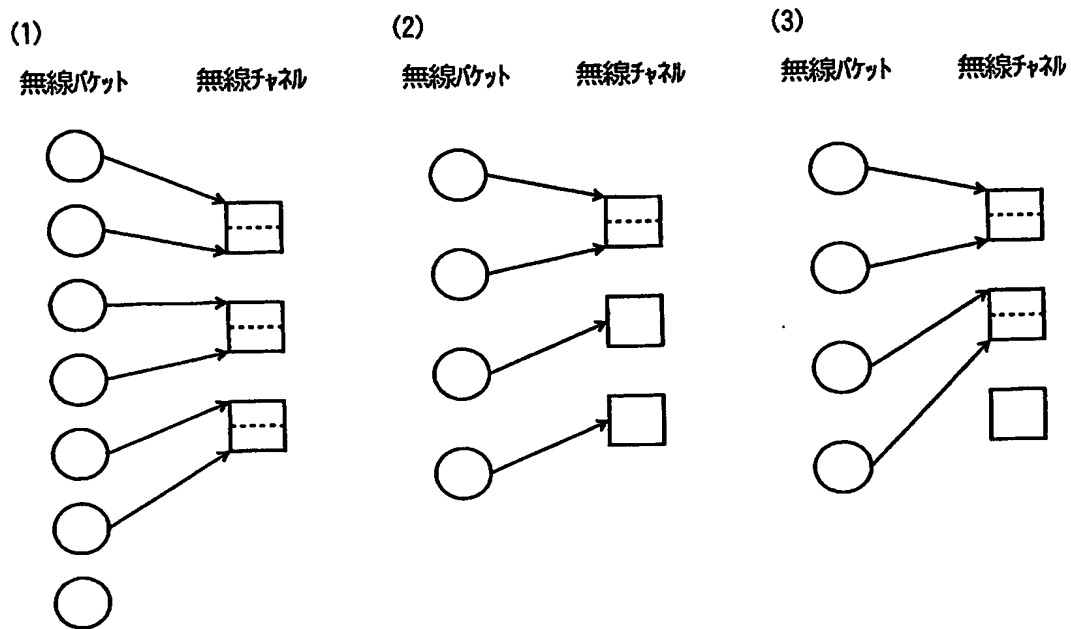
【図 20】

複数の無線チャネルを用いて複数の無線パケットを並列送信する方法



【図 21】

複数の無線チャネルを用いて複数の無線パケットを並列送信する方法



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 並列送信によるスループットの向上を目指す上で、隣接チャネルへの漏れこみなどによるスループットの低下要因を低減する。

【解決手段】 送信データが生起したときに、送信抑制時間が設定されている無線チャネルがあればその送信抑制時間が終了するまで待機した後に、空き状態と判定された無線チャネルを利用して無線パケットを並列送信する。

【選択図】 図 1

特願 2003-341316

出願人履歴情報

識別番号

[000004226]

1. 変更年月日
[変更理由]
住所
氏名

1999年 7月15日
住所変更
東京都千代田区大手町二丁目3番1号
日本電信電話株式会社